

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA
Titulación: **Ingeniería de Minas,**
Especialidad en Energía y Combustibles

PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y COMBUSTIBLES

Análisis de la demanda energética y proyecto
de climatización de una instalación geotérmica
en una vivienda unifamiliar

Autorizo la presentación del proyecto

Análisis de la demanda energética y proyecto de climatización de una instalación geotérmica
en una vivienda unifamiliar

Realizado por

Ángel Heredia González

Dirigido por

Pr. D. Enrique Querol Aragón

y

D. José Alberto García Fernández

Eneres S.L.

Firmado: Prof. D. Enrique Querol Aragón

Fecha: 14 Julio 2014

Agradecimientos

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor Enrique Querol, por apoyarme constantemente y orientarme no solo en la elaboración de este proyecto, sino en todo lo que le he necesitado, porque siempre está ahí cuando se le necesita, dispuesto a tenderte su mano y ayudarte en todo lo que le sea posible.

A mi tutor de empresa José Alberto García, porque sin su ayuda este proyecto no sería lo que es, gracias por todo lo que me ha enseñado, no solo académicamente sino personalmente, gracias por tutelarme las prácticas en Eneres y por tenerme a tu lado dispuesto a enseñarme todo lo posible en esos tres meses de trabajo codo con codo.

A mis amistades, por todo el apoyo que he recibido durante tanto tiempo, por saber estar cuando se les hace falta y por tantos momentos inolvidables.

A mi familia, por ese apoyo incondicional y desmesurado que desde el principio me han brindado, porque sin ellos esto no habría sido lo que es.

ÍNDICE

RESUMEN	VIII
ABSTRACT	VIII
DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA	IX
1 OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROYECTO	1
2 ANTECEDENTES.....	2
2.1 EMPLAZAMIENTO DE LA VIVIENDA	2
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA.....	2
2.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA	9
3 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS	13
3.1 CARGAS TÉRMICAS.....	14
3.1.1 Cargas por transmisión.....	14
3.1.2 Cargas por ventilación	15
3.1.3 Cargas por Infiltración	15
3.1.4 Cargas por Recuperación de calor	16
3.1.5 Cargas por Radiación Solar.....	16
3.1.6 Cargas por Iluminación	19
3.1.7 Cargas por Ocupación.....	20
3.1.8 Cargas Internas.....	21
3.1.9 Cargas Consumo ACS.....	22
3.1.10 Cargas Latentes	24
3.2 CÁLCULO DE CARGAS POR CALEFACCIÓN	26
3.2.1 Cálculo de potencia.....	26
3.2.2 Cálculo de energía	30
3.3 CÁLCULO DE CARGAS POR REFRIGERACIÓN	41
3.3.1 Cálculo de potencia.....	41
3.3.2 Cálculo de energía	48
4 ENERGÍA GEOTÉRMICA	55
4.1 GEOTERMIA DE MUY BAJA TEMPERATURA.....	56
4.2 SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA	57
4.2.1 Captadores horizontales.....	58
4.2.2 Captadores verticales	59
4.3 BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA	62
4.3.1 Selección de la bomba de calor	66

5	ESQUEMA DE PRINCIPIO DE LA INSTALACIÓN	67
5.1	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	69
5.1.1	<i>Sondas geotérmicas</i>	69
5.1.2	<i>Bomba de calor</i>	70
5.1.3	<i>Bombas de impulsión</i>	71
5.1.4	<i>Aguja hidráulica</i>	72
5.1.5	<i>Vaso de expansión</i>	73
5.1.6	<i>Colectores</i>	74
5.1.7	<i>Superficies radiantes</i>	75
5.1.8	<i>Válvulas y tuberías</i>	80
5.2	DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS Y BOMBAS DE CIRCULACIÓN	83
5.2.1	<i>Sondas geotérmicas</i>	85
5.2.2	<i>A.C.S.</i>	88
5.2.3	<i>Circuito secundario</i>	89
5.2.4	<i>Suelo radiante</i>	91
5.3	SISTEMA DE CONTROL	95
6	BIBLIOGRAFÍA	96
	DOCUMENTO Nº 2: ESTUDIO ECONÓMICO	98
1	COSTES DEL PROYECTO	99
1.1	MEDICIONES	99
1.2	PRECIOS UNITARIOS	104
1.3	PRESUPUESTO	105
	DOCUMENTO Nº 3: ANEXOS	106
1	ANEXO A: CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS	107
1.1	CÁLCULO DE POTENCIAS DE CALEFACCIÓN	107
1.2	CÁLCULO DE ENERGÍA DE CALEFACCIÓN	109
1.2.1	<i>Enero</i>	109
1.2.2	<i>Febrero</i>	113
1.2.3	<i>Marzo</i>	117
1.2.4	<i>Abril</i>	121
1.2.5	<i>Mayo</i>	126
1.2.6	<i>Septiembre</i>	130
1.2.7	<i>Octubre</i>	134
1.2.8	<i>Noviembre</i>	138
1.2.9	<i>Diciembre</i>	142

1.3	CÁLCULO DE POTENCIAS DE REFRIGERACIÓN	146
1.4	CÁLCULO DE ENERGÍA DE REFRIGERACIÓN	150
1.4.1	<i>Mayo</i>	150
1.4.2	<i>Junio</i>	154
1.4.3	<i>Julio</i>	158
1.4.4	<i>Agosto</i>	162
1.4.5	<i>Septiembre</i>	166
1.5	RADIACIÓN SOLAR MEDIA MENSUAL	170
2	ANEXO B: CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS	174
2.1	CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA POR CIRCUITOS PRINCIPALES.....	174
2.2	CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGAS POR SUELO RADIANTE.....	175
3	ANEXO C: CATÁLOGO DE COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.....	180
3.1	BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA	180
3.2	BOMBAS DE IMPULSIÓN	181
3.2.1	<i>Bomba impulsión, lado geotermia</i>	181
3.2.2	<i>Bomba impulsión, lado A.C.S.</i>	182
3.2.3	<i>Bomba impulsión, lado circuito secundario</i>	183
3.2.4	<i>Bomba impulsión, lado suelo radiante</i>	184
	DOCUMENTO Nº 4: PLANOS.....	186
4	PLANOS VIVIENDA UNIFAMILIAR	188

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Ubicación geográfica de la vivienda</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2: Composición del cerramiento exterior.</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3: Composición de la Cubierta</i>	<i>6</i>
<i>Figura 4: Composición del Contacto con el terreno</i>	<i>7</i>
<i>Figura 5: Composición y características de los vidrios</i>	<i>8</i>
<i>Figura 6: Ubicación geográfica de la estación meteorológica.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 7: Zonas climáticas.</i>	<i>11</i>
<i>Figura 8: Valores límite de los parámetros característicos.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 9: Figura de Ejemplo</i>	<i>13</i>
<i>Figura 10: Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 11: Altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 12: Factor de Corrección para superficies inclinadas</i>	<i>18</i>
<i>Figura 13: Diagrama de trayectorias del Sol. (Nota: los grados de ambas escalas son sexagesimales).....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 14: Calor latente y sensible desprendido por una persona, en [kcal/h]</i>	<i>21</i>
<i>Figura 15: Temperatura media del agua de la red general.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 16: Demanda de referencia de ACS.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 17: Distribución Normal.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 18: Distribución normal de temperaturas Enero.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 19: Radiación Solar Media, Enero.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 20: Coeficiente por Orientación (C_1), fachada Norte</i>	<i>34</i>
<i>Figura 21: Coeficiente por Orientación (C_1), fachada Sur.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 22: Coeficiente por Orientación (C_1), fachada Este</i>	<i>34</i>
<i>Figura 23: Coeficiente por Orientación (C_1), fachada Oeste</i>	<i>34</i>
<i>Figura 24: Irradiación Solar Mensual.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 25: Número medio mensual de horas sol.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 26: Distribución normal de temperaturas Mayo.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 27: Principales usos de la energía geotérmica en función de la temperatura</i>	<i>55</i>
<i>Figura 28: Temperaturas en el subsuelo en distintas épocas del año</i>	<i>57</i>
<i>Figura 29: Disposición captadores horizontales de geotermia</i>	<i>58</i>
<i>Figura 30: Disposición captadores espirales de geotermia</i>	<i>58</i>
<i>Figura 31: Disposición captadores verticales de geotermia.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 32: Contrapeso en los tubos para el sondeo</i>	<i>60</i>
<i>Figura 33: Ejemplo sección de captador vertical.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 34: Pilote termoactivo.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 35: Funcionamiento de una bomba de calor.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 36: Esquema de funcionamiento de la bomba de calor geotérmica según estaciones.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 37: Esquema bomba de calor con recuperación de calor.....</i>	<i>65</i>

<i>Figura 38: Esquema de principio de la instalación.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 39: Columna estratigráfica de la zona.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 40: Sonda geotérmica doble U.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 41: Bombas de impulsión simple y doble.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 42: Esquema aguja hidráulica.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 43: Funcionamiento vaso de expansión.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 44: Colector de impulsión y retorno para suelo radiante.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 45: Distribución de colectores por planta.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 46: Distribución de temperaturas según el tipo de calefacción utilizada.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 47: Componentes del suelo radiante.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 48: Distribución de suelo radiante.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 49: Esquema calefacción suelo radiante y ACS.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 50: Esquema refrigeración suelo radiante y ACS.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 51: Forjados inerciales o termoactivos.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 52: Válvula de bola.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 53: Válvula de alivio de presión.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 54: Válvula de asiento.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 55: Válvula de tres vías, mezcladora y diversora.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 56: Válvula antirretorno.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 57: Diámetros y espesores de tuberías de polietileno.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 58: Esquema de principio. Sondas geotérmicas.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 59: Esquema de principio. A.C.S.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 60: Esquema de principio. Circuito secundario.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 61: Esquema de principio. Distribución colectores.....</i>	<i>91</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Distribución de la vivienda por planta.</i>	3
<i>Tabla 2: Superficie de la planta sótano de la vivienda.</i>	3
<i>Tabla 3: Superficie de la planta baja de la vivienda.</i>	3
<i>Tabla 4: Superficie de la planta primera de la vivienda.</i>	4
<i>Tabla 5: Superficie de vidrios, fachadas y cerramientos por fachada de la vivienda.</i>	4
<i>Tabla 6: Resistencia y Transmitancia térmica del cerramiento exterior.</i>	6
<i>Tabla 7: Resistencia y Transmitancia térmica de la cubierta.</i>	6
<i>Tabla 8: Resistencia y Transmitancia térmica del contacto con el terreno.</i>	7
<i>Tabla 9: Transmitancia térmica y Factor solar de los vidrios.</i>	8
<i>Tabla 10: Distribución luminarias planta sótano.</i>	8
<i>Tabla 11: Distribución luminarias planta baja.</i>	8
<i>Tabla 12: Distribución luminarias planta primera.</i>	9
<i>Tabla 13: Distribución equipos eléctricos.</i>	9
<i>Tabla 14: Temperatura extrema en °C.</i>	10
<i>Tabla 15: Temperatura promedio en °C.</i>	11
<i>Tabla 16: Condiciones de diseño para la temperatura interior.</i>	14
<i>Tabla 17: Cuadro resumen de superficies y transmitancia térmica de componentes del edificio.</i>	27
<i>Tabla 18: Cálculo de potencia de calefacción por transmisión.</i>	27
<i>Tabla 19: Cálculo de potencia de calefacción por infiltración.</i>	28
<i>Tabla 20: Cálculo de potencia de calefacción por producción de ACS.</i>	29
<i>Tabla 21: Potencia de calefacción total por calefacción.</i>	29
<i>Tabla 22: Cálculo energía calefacción por transmisión en cerramientos, Enero.</i>	32
<i>Tabla 23: Cálculo energía calefacción por infiltración, Enero.</i>	32
<i>Tabla 24: Coeficientes por Orientación.</i>	35
<i>Tabla 25: Coeficientes por Inclinación.</i>	35
<i>Tabla 26: Cálculo energía calefacción por radiación solar en fachada norte, Enero.</i>	36
<i>Tabla 27: Densidad de potencia eléctrica y Coeficiente de simultaneidad por planta.</i>	37
<i>Tabla 28: Cálculo energía calefacción por iluminación en planta baja, Enero.</i>	37
<i>Tabla 29: Cálculo energía calefacción por ocupación, Enero.</i>	38
<i>Tabla 30: Cálculo energía calefacción por cargas internas, Enero.</i>	38
<i>Tabla 31: Cálculo energía calefacción por producción de ACS, Enero.</i>	39
<i>Tabla 32: Energía total por calefacción, Enero.</i>	40
<i>Tabla 33: Energía total por calefacción.</i>	40
<i>Tabla 34: Cálculo de potencia de refrigeración por transmisión.</i>	42
<i>Tabla 35: Cálculo de potencia de refrigeración por infiltración.</i>	43
<i>Tabla 36: Cálculo de potencia de refrigeración por radiación solar.</i>	44
<i>Tabla 37: Cálculo de potencia de refrigeración por iluminación.</i>	45
<i>Tabla 38: Cálculo de potencia de refrigeración por ocupación.</i>	46

<i>Tabla 39: Cálculo de potencia de refrigeración por cargas internas.</i>	46
<i>Tabla 40: Cálculo de potencia de refrigeración por cargas latentes por ocupación.</i>	47
<i>Tabla 41: Potencia de calefacción total por refrigeración.</i>	47
<i>Tabla 42: Cálculo energía refrigeración por transmisión en cerramientos, Mayo.</i>	49
<i>Tabla 43: Cálculo energía refrigeración por infiltración, Mayo.</i>	50
<i>Tabla 44: Cálculo de energía refrigeración por radiación solar en fachada norte, Mayo.</i>	51
<i>Tabla 45: Cálculo energía refrigeración por iluminación en planta baja, Mayo.</i>	51
<i>Tabla 46: Cálculo energía refrigeración por ocupación, Mayo.</i>	52
<i>Tabla 47: Cálculo energía refrigeración por cargas internas, Mayo.</i>	52
<i>Tabla 48: Cálculo energía refrigeración por cargas latentes, Mayo.</i>	53
<i>Tabla 49: Energía total por refrigeración, Mayo.</i>	54
<i>Tabla 50: Energía total por refrigeración.</i>	54
<i>Tabla 51: Comparación entre captadores geotérmicos verticales y horizontales. Fuente: [Atecos]</i>	62
<i>Tabla 52: Potencias máximas de calefacción y refrigeración</i>	66
<i>Tabla 53: Cálculo de pérdidas de carga para el lado de la geotermia.</i>	87
<i>Tabla 54: Cálculo de pérdidas de carga para el lado de A.C.S.</i>	88
<i>Tabla 55: Cálculo de pérdidas de carga para el circuito secundario.</i>	90
<i>Tabla 56: Resumen de número de colectores y circuitos por planta.</i>	92
<i>Tabla 57: Salto térmico y rendimiento del suelo radiante según las estaciones.</i>	92
<i>Tabla 58: Cálculo de caudal y selección del circuito más desfavorable para el colector C 07. En Invierno</i>	93
<i>Tabla 59: Cálculo de pérdidas de carga para el colector C07.</i>	93
<i>Tabla 60: Cálculo de pérdidas de carga totales para el suelo radiante.</i>	94

Resumen

En el presente proyecto se estudiará el análisis de la demanda energética de una vivienda unifamiliar y se realizará el proyecto de climatización de dicha vivienda mediante el empleo de energía geotérmica. Para ello, se calculará el conjunto de cargas térmicas de la vivienda y sus correspondientes potencias y energías tanto de calefacción como de refrigeración, para una vez calculadas poder dimensionar y seleccionar los distintos componentes de la instalación. Así mismo, para el dimensionamiento de la instalación, se realizarán los correspondientes cálculos de pérdidas de cargas que permitirán seleccionar las tuberías y bombas de circulación más adecuadas.

Finalmente se evaluará el coste económico que supone realizar una instalación como la del presente proyecto.

Abstract

In this project the energy needs of a one-family house are going to be studied, leading to the design of an air conditioning system of this house, using geothermal energy. In order to do this, the different types of thermal parameters of the house and its corresponding power and energy requirements for heating and cooling will be calculated. Once this data has been obtained, it will be possible to select and calculate the dimensions of all the different components of the system. Additionally, the pressure losses in the pipes and pumps will be calculated, allowing for the correct selection of the pipes and pumps.

Finally, the economic costs of an installation like this will be evaluated.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA
Titulación: **Ingeniería de Minas,**
Especialidad en Energía y Combustibles

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y COMBUSTIBLES

Análisis de la demanda energética y proyecto
de climatización de una instalación geotérmica
en una vivienda unifamiliar

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA

1 Objetivo y alcance del proyecto

El presente proyecto calcula y explica las cargas térmicas de una vivienda unifamiliar, basadas en los principios de termodinámica y de mecánica de fluidos.

Entre las distintas cargas térmicas cabe destacar la importancia de los cerramientos y vidrios que tiene la vivienda, ya que estos supondrán la mayor pérdida o ganancia de calor en función de las estaciones del año.

El cálculo de cargas térmicas permite realizar un análisis de la demanda energética de la vivienda, pudiendo así dimensionar la instalación de climatización en función de estas necesidades.

El proyecto de climatización se fundamenta en el empleo de energía geotérmica somera o de muy baja temperatura, en el que el terreno superficial puede aprovecharse como almacén de frío o calor y, por consiguiente, como fuente de energía.

Para el diseño de la instalación de climatización se elabora y desarrolla un esquema de principio en el que se muestran cada uno de los componentes necesarios para su correcto funcionamiento. Así mismo, se dimensionarán y seleccionarán dichos componentes en función de los cálculos realizados tanto de potencia térmica requerida como de pérdidas de cargas en las tuberías.

Por último, se elaborará un presupuesto económico que refleja el coste que supone la climatización mediante geotermia de una vivienda unifamiliar.

2 Antecedentes

2.1 Emplazamiento de la vivienda

El presente proyecto se centra en el estudio de una vivienda unifamiliar situada en la localidad de Las Matas, en la provincia de Madrid.

La altitud de la localidad es de 685 m sobre el nivel del mar.



Fuente: Google Maps

Figura 1: Ubicación geográfica de la vivienda

2.2 Características de la vivienda

La vivienda es una vivienda de nueva edificación. Se trata de una vivienda unifamiliar aislada, de aproximadamente 535 m² habitables, repartidos en tres plantas: sótano, planta baja y primera planta, como se muestra en los planos adjuntos en el Documento N°4 con una superficie útil cada una de:

- Sótano: 167,9 m²
- Planta baja: 178,8 m²
- Planta primera: 187,8 m²

La distribución de cada una de las plantas de la casa se muestra en la Tabla 1

Tabla 1: Distribución de la vivienda por planta.

Planta	Dependencias	Superficie [m ²]
Sótano	Cuarto de Instalaciones, Cuarto de Calderas, Trastero, Garaje, Sala de Juegos, Aseo/Vestuario	167,9
Planta Baja	Cuarto Jardín, Dormitorio, Baño, Lavadero, Tendedero, Distribuidor, Office, Cocina, Comedor, Salón, Vestíbulo, Aseo	178,78
Planta Primera	5 Dormitorios, 4 Baños, Vestidor, Terraza, Zona de Dibujo, Patio	187,88

La disposición de la superficie de cada una de las plantas se especifica en la Tabla 2, Tabla 3 y

Tabla 4.

Tabla 2: Superficie de la planta sótano de la vivienda.

Sótano	Superficie [m ²]
Cuarto de Instalaciones	8,69
Cuarto de Calderas	8,93
Trastero	20,02
Garaje	64,13
Sala de Juegos	55,54
Aseo/Vestuario	10,59

Tabla 3: Superficie de la planta baja de la vivienda.

Planta Baja	Superficie [m ²]
Cuarto Jardín	5,99
Dormitorio	22,51
Baño	5,43
Lavadero	4,04
Tendedero	2,98
Distribuidor	4,11
Office	19,68
Cocina	11,09
Comedor	23,27
Salón	56,26
Vestíbulo	20,2
Aseo	3,22

Tabla 4: Superficie de la planta primera de la vivienda.

Planta Primera	Superficie [m ²]
Dormitorio 2	22,33
Dormitorio 3	16,99
Dormitorio 4	16,57
Dormitorio 5	15,12
Dormitorio 6	13,11
Baño principal	12,16
Baño 1	8,08
Baño 2	7,49
Baño 3	6,49
Vestidor	10,37
Terraza	11,4
Zona de Dibujo	31,57
Patio	16,2

Así mismo conviene resaltar las superficies de las fachadas y de sus vidrios en función de su orientación, así como de la cubierta y del contacto con el terreno (suelo de la vivienda) ya que se necesita para hacer los cálculos de cargas térmicas que se exponen en el presente proyecto.

Tabla 5: Superficie de vidrios, fachadas y cerramientos por fachada de la vivienda.

	Vidrios [m ²]	Fachada [m ²]	Cerramiento [m ²]
Fachada Norte	9,98	148,98	139
Fachada Sur	77,88	354,4	276,52
Fachada Este	3,66	66,79	63,13
Fachada Oeste	23,92	98,1	74,18
Total	115,44	668,27	552,83

La superficie de la cubierta es de 323,25 m².

La superficie en contacto con el terreno es de 324,06 m².

La altura media por planta es de tres metros, por lo que el volumen total de la vivienda será de 1603,68 m³.

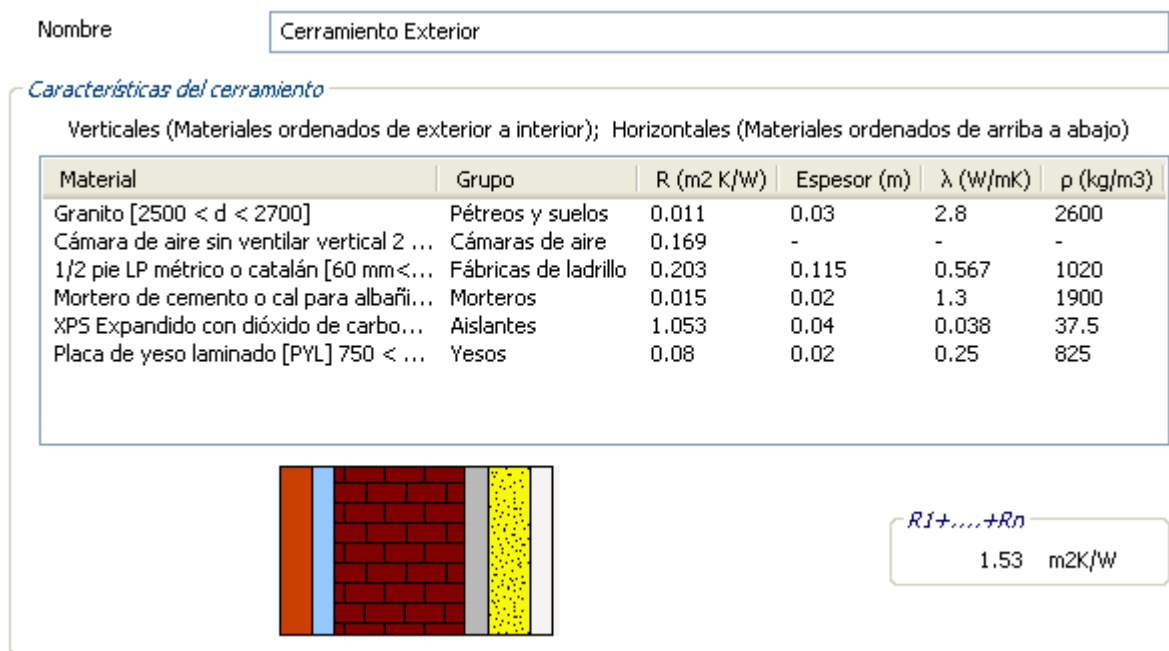
Se entiende por superficie del cerramiento a la diferencia de superficies entre la fachada total y el hueco de los vidrios.

Para realizar el cálculo de cargas por transmisión de calor a través de los cerramientos, cubiertas, superficies en contacto con el terreno y vidrios se precisa conocer la composición

de cada uno de ellos, mediante el programa CE³X; programa reconocido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo para la certificación energética de los edificios, indicamos la composición de los diferentes cerramientos que componen la vivienda (*Figura 2, Figura 3, Figura 4, Figura 5*).

La resistencia térmica de los materiales es la capacidad que poseen de oponerse al flujo del calor (R), sin embargo el valor que se emplea con más frecuencia es el de la Transmitancia térmica (U) que mide el calor que fluye por unidad de tiempo y superficie a través de un elemento constructivo cuando hay un gradiente térmico de un grado entre los dos ambientes que éste separa, se mide en W/ (m² °C). La Transmitancia térmica es la inversa de la resistencia térmica.

Cuanto menor sea el valor de U, menor será el paso de energía entre ambas caras, y por tanto mejores capacidades aislantes tendrá el elemento constructivo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Composición del cerramiento exterior.

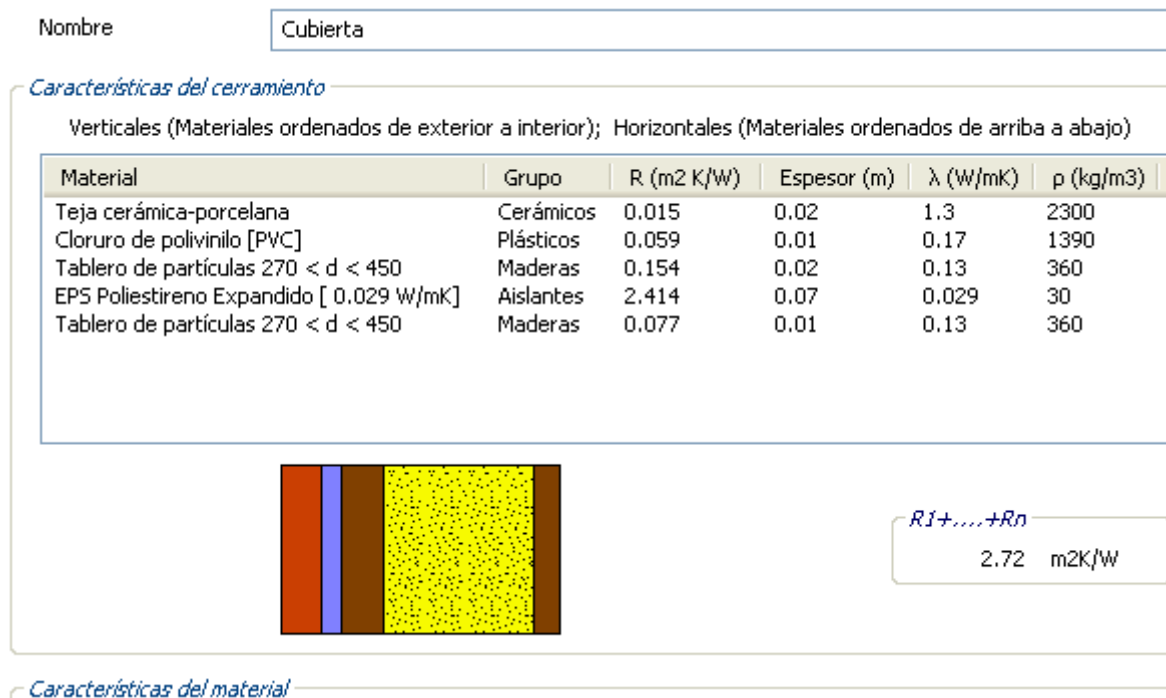
El cerramiento exterior consta, desde el exterior al interior del mismo, de una capa de granito de espesor 3 cm, una cámara de aire sin ventilar de 2 cm de espesor, ladrillo de ½ pie de espesor (11,5 cm), una capa de mortero de cemento de 2 cm de espesor, poliestireno extruido (XPS) expandido con CO₂ de 4 cm como aislante térmico y finalmente una placa de yeso laminado en la parte interior del cerramiento que da al interior de la vivienda.

Cada uno de estos materiales tiene unas características determinadas entre las que destaca su resistencia térmica, la suma de todas las resistencias de los diferentes materiales da un valor

global de la resistencia térmica y con el cual se calcula el valor de la transmitancia térmica del cerramiento, Tabla 6.

Tabla 6: Resistencia y Transmitancia térmica del cerramiento exterior.

Cerramientos exteriores	
R [$\text{m}^2 \text{ K/W}$]	1,53
U [$\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$]	0,6535



Fuente: Elaboración propia

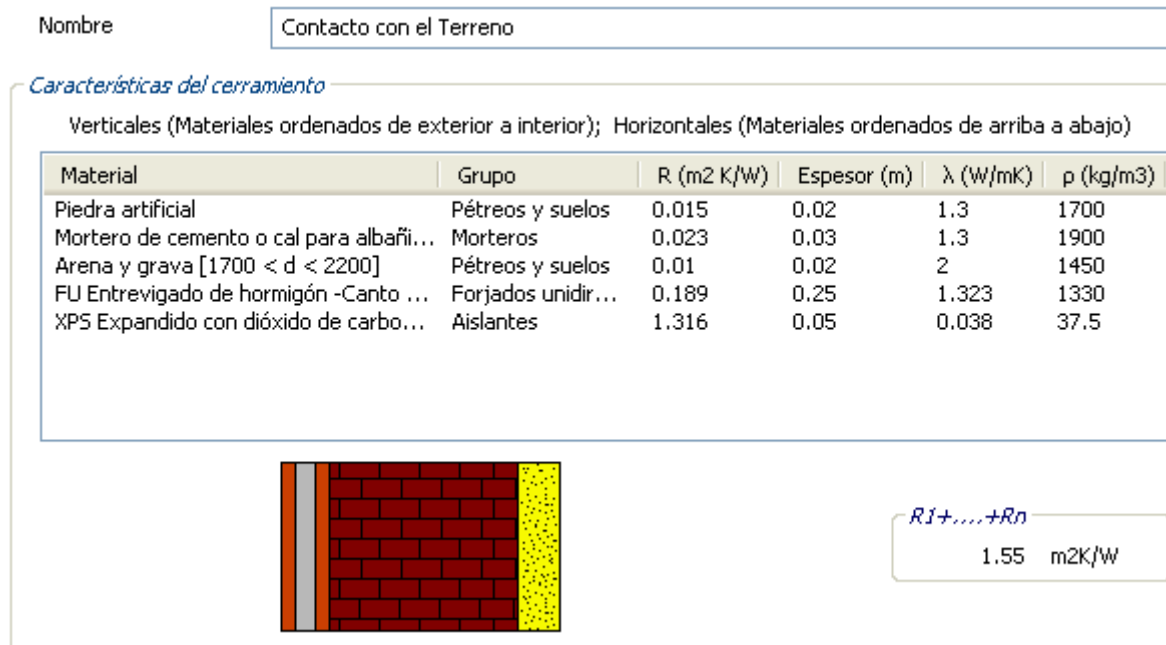
Figura 3: Composición de la Cubierta

La cubierta consta, desde la parte superior a la inferior de la misma, de tejas cerámicas de espesor 2 cm, una capa de cloruro de polivinilo (PVC) de 1 cm de espesor, un tablero de madera de 2 cm de espesor, poliestireno expandido (EPS) de 7 cm como aislante térmico y finalmente un tablero de madera de 1 cm de espesor.

La suma de todas las resistencias térmicas de los diferentes materiales da un valor global de la resistencia y con el cual se calcula el valor de la transmitancia térmica de la cubierta, Tabla 7.

Tabla 7: Resistencia y Transmitancia térmica de la cubierta.

Cubierta	
R [$\text{m}^2 \text{ K/W}$]	2,72
U [$\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$]	0,3676



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Composición del Contacto con el terreno

El contacto con el terreno lo forma el suelo del sótano y la parte del suelo de la planta baja que también está en contacto con el terreno. Está formado por, desde el interior al exterior de la vivienda, una capa de piedra artificial de espesor 2 cm, una capa de mortero de cemento de 3 cm de espesor, una capa de arena y grava de 2 cm de espesor, un forjado unidireccional de entrevigado de hormigón de 25 cm de espesor y finalmente poliestireno extruido (XPS) expandido con CO₂ de 5 cm como aislante térmico.

La suma de todas las resistencias térmicas de los diferentes materiales da un valor global de la resistencia y con el cual se calcula el valor de la transmitancia térmica de la cubierta, Tabla 8.

Tabla 8: Resistencia y Transmitancia térmica del contacto con el terreno.

Contacto con terreno	
R [m ² K/W]	1,55
U [W/(m ² K)]	0,6451

Naturaleza del acristalamiento		Factor solar g	
		EN 410	ISO 9050 M1
Vidrio monolítico sgg PLANILUX 4 mm		0,85	0,85
Doble acristalamiento		0,76	0,75
Doble acristalamiento con sgg EKO PLUS 5		0,71	0,68
Doble acristalamiento con sgg PLANITHERM		0,63	0,61
Aislamiento Térmico con sgg PLANITHERM FUTUR		0,59	0,56
Reforzado con sgg PLANISTAR		0,42	0,39

Fuente: Saint-Gobain Glass

Figura 5: Composición y características de los vidrios

El vidrio está formado por un doble acristalamiento de 4 mm de espesor cada uno de los cristales y separados ambos por una cámara de aire de 16 mm como se muestra en la *Figura 5*.

El factor solar de un vidrio es el porcentaje de energía que entra en la vivienda en relación con la energía solar incidente, cuanto más alto sea el factor solar, mayores serán las aportaciones solares, teniendo un valor de 1 cuando toda la energía solar incidente entra en el local.

Tabla 9: Transmitancia térmica y Factor solar de los vidrios.

Vidrios	
U [W/(m ² K)]	1,7
F _{solar}	0,71

El número y tipo de luminarias de la vivienda se detalla en las siguientes tablas, según su distribución por planta.

Tabla 10: Distribución luminarias planta sótano.

Luminaria	Número	Potencia [W]
Luminaria fluorescente estanca 2x36 W	7	504
Foco halógeno empotrado 50 W	2	100
Puntos de luz en techo	7	140
Puntos de luz en pared	2	40

Tabla 11: Distribución luminarias planta baja.

Luminaria	Número	Potencia [W]
Luminaria fluorescente estanca 2x36 W	2	144
Foco halógeno empotrado 50 W	43	2 150
Puntos de luz en techo	9	180
Puntos de luz en pared	4	80

Tabla 12: Distribución luminarias planta primera.

Luminaria	Número	Potencia [W]
Foco halógeno empotrado 50 W	73	3 650
Puntos de luz en techo	1	20
Puntos de luz en pared	2	40

Para el posterior cálculo de cargas térmicas es necesario conocer el número de equipos eléctricos y su potencia que se encuentran en la vivienda unifamiliar. Para realizar los cálculos se cogen aquellos equipos que tienen una mayor potencia y por tanto serán de mayor relevancia.

Tabla 13: Distribución equipos eléctricos.

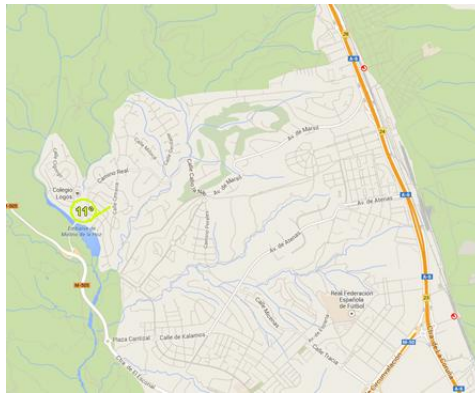
Equipos eléctricos	Número	Potencia [W]
Televisión	6	1 500
Ordenador	3	900
Lavadora	1	400
Lavavajillas	1	980
Secadora	1	5 600
Nevera	1	290
Microondas	1	1 200
Congelador	1	400
Cafetera	1	750

2.3 Condiciones climáticas de la zona

El edificio se encuentra con una orientación Norte-Sur, en la que su fachada principal tiene una orientación Norte.

Para el correcto dimensionamiento de la instalación y para llevar a cabo una buena climatización de la vivienda conviene basar los cálculos en las condiciones climatológicas de la propia zona en estudio, gracias a esto se conseguirá reducir el sobredimensionado de las máquinas de calefacción y refrigeración.

Se dispone de una estación meteorológica a una distancia aproximada de 2 km por lo que los datos serán similares.



Fuente: Wunderground

Figura 6: Ubicación geográfica de la estación meteorológica.

Tras el estudio de las temperaturas durante un periodo de cinco años (2009-2013), para el cálculo de potencias de calefacción y refrigeración, que se detalla más adelante, se cogen las temperaturas extremas que se han dado cada mes para así situarnos en la peor situación posible y que aun así nuestra vivienda esté bien climatizada.

Tras la recopilación de dichas temperaturas se elabora un *año extremo* de temperaturas que se detalla en la Tabla 14.

Tabla 14: Temperatura extrema en °C.

Año Extremo	Máxima [°C]	Mínima [°C]	Promedio [°C]
Enero	18,3	-6,8	5,22
Febrero	21,9	-5,9	6,36
Marzo	24,4	-3,7	9,48
Abril	27,9	-0,1	12,38
Mayo	33,5	0,9	16,62
Junio	38,7	4,1	21,4
Julio	36,9	10,7	25,2
Agosto	36,6	12,8	25,45
Septiembre	33,4	6,5	20,225
Octubre	27,7	0,8	15,04
Noviembre	21,1	-3,1	9,28
Diciembre	18,3	-7,9	5,66

Así mismo para realizar un cálculo más realista de los consumos de energía tanto para calefacción como para refrigeración se elabora una tabla con las temperaturas promedio del mismo periodo de tiempo, dichas temperaturas se detallan en un *año promedio* en la Tabla 15.

Tabla 15: Temperatura promedio en °C.

Año Promedio	Máxima [°C]	Mínima [°C]	Promedio [°C]
Enero	15,8	-5,2	5,3
Febrero	18,9	-3,7	6,1
Marzo	21,4	-0,7	9,1
Abril	26,8	1,1	11,8
Mayo	31,4	3,3	18
Junio	36,5	7,1	21,3
Julio	36,6	10,9	25,3
Agosto	36,1	14,0	25,6
Septiembre	32,5	7,3	20,2
Octubre	27,7	2,6	15,2
Noviembre	21,1	0,1	8,7
Diciembre	15,9	-4,2	5,7

Según el Código Técnico de la Edificación (CTE), mediante el Documento Básico HE de Ahorro de energía se establece la zona climática de nuestra vivienda.

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de Gran Canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Fuente: CTE HE

Figura 7: Zonas climáticas.

Como la vivienda se encuentra en la Comunidad de Madrid y su desnivel con respecto a la capital es inferior a 200 m, la zona climática a aplicar es la D3.

Cada uno de los cerramientos, cubierta, vidrios, etc. tendrán una transmitancia no superior a los valores que se establecen en el CTE HE y que vendrán en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

⁽²⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

⁽³⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

ZONA CLIMÁTICA D3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

$U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Transmitancia límite de suelos

$U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Transmitancia límite de cubiertas

$U_{Clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Factor solar modificado límite de lucernarios

$F_{Llim}: 0,28$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	0,50	-	0,53	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,42	0,61	0,46	0,30	0,43	0,32

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,47 $\text{W/m}^2 \text{ K}$ se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas D1, D2 y D3.

Fuente: CTE HE

Figura 8: Valores límite de los parámetros característicos.

Por tanto, los valores de transmitancia de nuestra vivienda cumplen la normativa, ya que:

- Cerramientos: $0,6535 \text{ W/(m}^2 \text{ °C)} < 0,66 \text{ W/(m}^2 \text{ °C)}$
- Cubierta: $0,3676 \text{ W/(m}^2 \text{ °C)} < 0,38 \text{ W/(m}^2 \text{ °C)}$
- Contacto con el terreno: $0,6452 \text{ W/(m}^2 \text{ °C)} < 0,66 \text{ W/(m}^2 \text{ °C)}$
- Vidrios: $1,7 \text{ W/(m}^2 \text{ °C)} < 3,50 \text{ W/(m}^2 \text{ °C)}$

3 Cálculo de cargas térmicas

El cálculo de cargas térmicas se asocia a sistemas de climatización en recintos cerrados.

Se define como potencia térmica a la cantidad de energía térmica por unidad de tiempo [kcal/h ó W] que un edificio intercambia con el exterior debido a las diferencias entre el exterior e interior de dicho edificio.

El cálculo de cargas permite determinar de manera precisa las necesidades de los sistemas de calefacción y de refrigeración de un recinto.



Fuente: Termagraf

Figura 9: Figura de Ejemplo

Como se observa en la *Figura 9*, debido a las diferentes condiciones ambientales del interior y del exterior de un recinto se producen un intercambio de energía entre el exterior y el interior y los diferentes ambientes que irán en un sentido u otro en función de los gradientes de temperaturas, de las características y composición de los elementos que componen los recintos, también conviene tener en cuenta las cargas internas que se producen y que aportan calor al interior de la vivienda., siendo para este ejemplo las flechas azules los aportes de calor (en verano) o frío (en invierno) que van del exterior al interior de la vivienda, mientras que las flechas de color naranja indican los flujos de calor que van del interior al exterior.

3.1 Cargas térmicas

Existen diversas tipologías de cargas térmicas que afectan al diseño de climatización de un edificio, para realizar un análisis consideramos las siguientes:

3.1.1 CARGAS POR TRANSMISIÓN

Las cargas por transmisión son aquellas cargas que se producen por conducción a través de los elementos constructivos que separan el interior del exterior del edificio, se transmiten a través de los cerramientos, cubiertas, ventanas y contactos con el terreno se calcula mediante:

$$Q_{\text{trans}}[\text{W}] = U[\text{W}/(\text{m}^2\text{°C})] \cdot S [\text{m}^2] \cdot \Delta T [\text{°C}]$$

donde :

- **Q_{trans}** : Carga térmica por transmisión.
- **U** : Transmitancia térmica del cerramiento.
- **S** : Superficie del cerramiento.
- **ΔT** : Salto térmico entre el exterior y el interior del cerramiento, $T_{\text{ex}} - T_{\text{i}}$.

El cálculo del coeficiente global de transmisión térmica de los cerramientos; excluidos los huecos, vendrán dados en función del tipo de cerramiento

Según el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios), para el cálculo del salto de temperatura se tomará como temperatura interior (T_{i}), los valores de la siguiente tabla:

Tabla 16: Condiciones de diseño para la temperatura interior.

Estación del año	Temperatura °C
Verano	23...25
Invierno	21...23

Para obtener un cálculo más detallado de la temperatura exterior (T_{ex}) se calculará teniendo en cuenta la temperatura media de cada mes de un año tipo de una estación meteorológica próxima al edificio en estudio.

3.1.2 CARGAS POR VENTILACIÓN

Como en el caso en estudio se trata de una vivienda unifamiliar no se puede calcular con precisión las cargas por ventilación ya que no se dispone de ningún mecanismo que regule dicha ventilación, como si que ocurre en otros edificios, como podrían ser oficinas, en los que, por normativa, se ha de disponer de una ventilación determinada.

El aire de ventilación ocasiona la carga siguiente:

$$Q_{\text{vent}}[\text{kcal/h}] = c_{p,\text{aire}}[\text{kcal}/(\text{kg } ^\circ\text{C})] \cdot \rho_{\text{aire}}[\text{kg}/\text{m}^3] \cdot \dot{v}[\text{m}^3/\text{h}] \cdot \Delta T[^\circ\text{C}]$$

donde:

- Q_{vent} : Carga por ventilación.
- $c_{p,\text{aire}}$: Calor específico del aire, 0,24 kcal/(kg °C).
- ρ_{aire} : Densidad del aire, 1,2 kg/m³.
- \dot{v} : Caudal de ventilación.
- ΔT : Salto térmico entre el exterior y el interior del local.

3.1.3 CARGAS POR INFILTRACIÓN

Se conoce como infiltración de aire al paso del mismo a través de la envolvente de un edificio, como puede ser por la unión de cerramientos, marcos de ventanas, etc.

El cálculo de cargas por infiltración se obtiene de la forma siguiente:

$$Q_{\text{infiltr}}[\text{kcal/h}] = c_{p,\text{aire}}[\text{kcal}/(\text{kg } ^\circ\text{C})] \cdot \rho_{\text{aire}}[\text{kg}/\text{m}^3] \cdot \dot{v}[\text{m}^3/\text{h}] \cdot \Delta T[^\circ\text{C}] \cdot C_{\text{infiltr}}$$

donde:

- Q_{infiltr} : Carga por infiltración.
- $c_{p,\text{aire}}$: Calor específico del aire, 0,24 kcal/(kg °C)
- ρ_{aire} : Densidad del aire, 1,2 kg/m³
- \dot{v} : Caudal de aire infiltrado.
- ΔT : Salto térmico entre el exterior y el interior del local (°C).
- C_{infiltr} : Coeficiente de infiltración, aproximadamente el 5% del volumen del edificio

3.1.4 CARGAS POR RECUPERACIÓN DE CALOR

Los equipos de recuperación de calor residual son intercambiadores térmicos en los que se consigue reducir el consumo energético de las instalaciones de ventilación.

Estas cargas se calculan de la forma siguiente:

$$Q_{\text{rec}}[\text{kcal/h}] = c_{p,\text{aire}}[\text{kcal}/(\text{kg } ^\circ\text{C})] \cdot \rho_{\text{aire}}[\text{kg}/\text{m}^3] \cdot \dot{v}[\text{m}^3/\text{h}] \cdot \Delta T[^\circ\text{C}] \cdot \eta_{\text{rec}}$$

donde:

- Q_{rec} : Carga por recuperación de calor.
- $c_{p,\text{aire}}$: Calor específico del aire, 0.24 kcal/(kg °C).
- ρ_{aire} : Densidad del aire, 1.2 kg/m³.
- \dot{v} : Caudal de retorno.
- ΔT : Salto térmico entre el exterior y el interior del local.
- η_{rec} : Rendimiento del recuperador de calor.

Debido a que en la vivienda unifamiliar a analizar no vamos a suponer un sistema de ventilación forzada, las cargas por recuperación de calor no serán relevantes y se omitirán del cálculo.

3.1.5 CARGAS POR RADIACIÓN SOLAR

Se entiende por ganancias solares a toda aquella radiación que incide sobre la fachada del edificio, siendo de mayor importancia la incidente sobre los vidrios.

Es importante considerar las cargas por radiación solar ya que suponen un importante aumento de la temperatura de la vivienda.

El cálculo de estas ganancias se calcula mediante:

$$Q_{\text{solar}}[\text{W}] = R_{\text{med}}[\text{W}/\text{m}^2] \cdot S_{\text{vidrio}}[\text{m}^2] \cdot F_{\text{solar}} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3$$

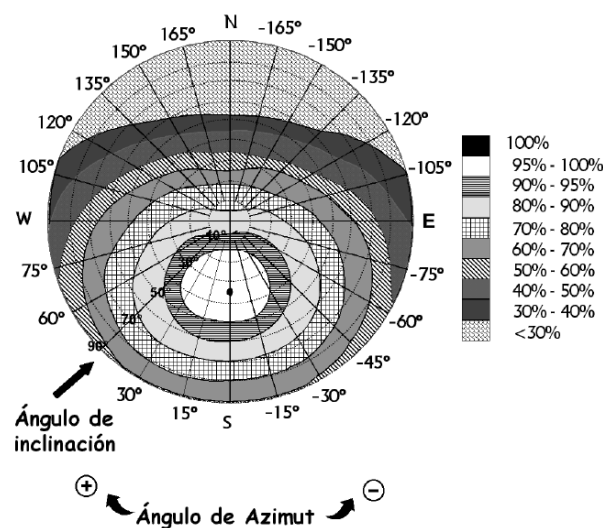
donde:

- Q_{solar} : Carga por ganancias solares.
- R_{med} : Radiación media, calculada mediante $\frac{\text{Irradiación media}}{\text{n}^\circ \text{ medio de horas sol}}$.

- S_{vidrio} : Superficie del vidrio.
- F_{solar} : Factor solar.
- C_1 : Coeficiente por orientación.
- C_2 : Coeficiente por inclinación.
- C_3 : Coeficiente por sombreado.

Se define como factor solar a la relación entre la energía solar que atraviesa una superficie transparente y la que incide sobre esa misma superficie, varía entre 0 y 1, siendo 1 cuando toda la radiación incidente atraviesa el vidrio. Este factor dependerá de las características técnicas de los vidrios.

El coeficiente por orientación (C_1) representa las pérdidas máximas debidas a la orientación de los captadores. Mediante la orientación de los diversos captadores se obtendrá un coeficiente u otro según la *Figura 10*.



Fuente: Documento básico HE-CTE

Figura 10: Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación.

El coeficiente por inclinación (C_2) representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal.

Para conocer la latitud del emplazamiento, mediante la *Figura 11*, y sabiendo que el edificio en cuestión se encuentra en la comunidad de Madrid, se obtiene una latitud de $40,4^\circ$, lo cual permite, en la *Figura 12*, estimar el coeficiente por inclinación.

PROVINCIA	ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (°) (de la capital)	LONGITUD (°) (de la capital)	TEMP. MÍNIMA HISTÓRICA (°C)
1 ÁLAVA	542	42,9	2,7 W	-18
2 ALBACETE	686	39,0	1,8 W	-23
3 ALICANTE	7	38,4	0,5 W	-5
4 ALMERÍA	65	36,9	2,4 W	-1
5 ASTURIAS	232	43,4	5,8 W	-11
6 ÁVILA	1126	40,7	4,9 W	-21
7 BADAJOZ	186	38,9	7,0 W	-6
8 BALEARES	28	39,6	2,6 E	-4
9 BARCELONA	95	41,4	2,2 E	-7
10 BURGOS	929	42,3	3,7 W	-18
11 CÁCERES	459	39,5	6,4 W	-6
12 CÁDIZ	28	36,5	6,3 W	-2
13 CANTABRIA	69	43,5	3,8 W	-4
14 CASTELLÓN	27	40,0	0	-8
15 CEUTA	206	35,9	5,3 W	-1
16 CIUDAD REAL	628	39,0	3,9 W	-10
17 CÓRDOBA	128	37,9	4,8 W	-6
18 LA CORUÑA	54	43,4	8,4 W	-9
19 CUENCA	949	40,1	2,1 W	-21
20 GERONA	95	42,0	2,7 E	-11
21 GRANADA	775	37,2	3,7 W	-13
22 GUADALAJARA	685	40,6	3,2 W	-14
23 GUIPÚZCOA	181	43,3	2,0 W	-12
24 HUELVA	4	37,3	6,9 W	-6
25 HUESCA	488	42,1	0,4 W	-14
26 JAÉN	586	37,8	3,8 W	-8
27 LEÓN	908	42,6	5,6 W	-18
28 LÉRIDA	323	41,7	1,2 E	-11
29 LUGO	465	43,0	7,6 W	-8
30 MADRID	667	40,4	3,7 W	-16
31 MÁLAGA	40	36,7	4,4 W	-4
32 MELILLA	47	35,3	3,0 W	-1
33 MURCIA	42	38,0	1,1 W	-5
34 NAVARRA	449	42,8	1,6 W	-16
35 ORENSE	139	42,3	7,8 W	-8
36 PALENCIA	734	42,0	4,5 W	-14
37 LAS PALMAS	6	28,2	15,4 W	-16
38 PONTEVEDRA	19	42,4	8,6 W	-4
39 LA RIOJA	380	42,5	2,4 W	-12
40 SALAMANCA	803	41,0	5,6 W	-16
41 STA. CRUZ DE TENERIFE	37	28,5	16,2 W	+3
42 SEGOVIA	1002	41,0	4,1 W	-17
43 SEVILLA	30	37,4	6,0 W	-6
44 SORIA	1063	41,8	2,5 W	-16
45 TARRAGONA	60	41,1	1,2 E	-7
46 TERUEL	915	40,4	1,1 W	-14
47 TOLEDO	540	39,9	4,0 W	-9
48 VALENCIA	10	39,5	0,4 W	-8
49 VALLADOLID	694	41,7	4,7 W	-16
50 VIZCAYA	32	43,3	3,0 W	-8
51 ZAMORA	649	41,5	5,7 W	-14
52 ZARAGOZA	200	41,7	0,9 W	-11

Fuente: IDAE

Figura 11: Altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica.

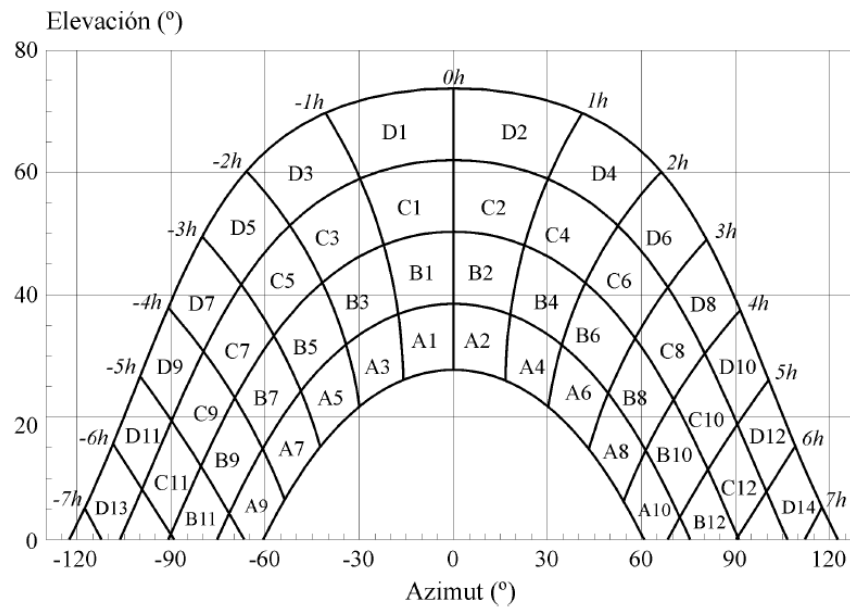
LATITUD = 40°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,07	1,06	1,05	1,03	1,02	1,01	1,02	1,03	1,05	1,08	1,09	1,09
10	1,14	1,11	1,08	1,05	1,03	1,02	1,03	1,06	1,1	1,14	1,17	1,16
15	1,2	1,16	1,12	1,07	1,03	1,02	1,04	1,08	1,14	1,21	1,25	1,24
20	1,25	1,2	1,14	1,08	1,03	1,02	1,03	1,09	1,17	1,26	1,32	1,3
25	1,3	1,23	1,16	1,08	1,02	1	1,02	1,09	1,19	1,3	1,38	1,36
30	1,34	1,26	1,17	1,07	1,01	0,98	1,01	1,09	1,2	1,34	1,43	1,41
35	1,37	1,28	1,17	1,06	0,98	0,95	0,98	1,07	1,21	1,37	1,47	1,45
40	1,39	1,29	1,16	1,04	0,95	0,92	0,95	1,05	1,21	1,39	1,5	1,48
45	1,4	1,29	1,15	1,01	0,91	0,88	0,92	1,03	1,2	1,39	1,52	1,5
50	1,41	1,28	1,13	0,98	0,87	0,83	0,87	0,99	1,18	1,39	1,54	1,52
55	1,4	1,27	1,1	0,94	0,82	0,78	0,82	0,95	1,15	1,38	1,54	1,52
60	1,39	1,24	1,07	0,89	0,77	0,72	0,77	0,9	1,12	1,36	1,53	1,51
65	1,37	1,21	1,03	0,84	0,71	0,66	0,71	0,85	1,07	1,34	1,51	1,5
70	1,34	1,17	0,98	0,78	0,64	0,59	0,64	0,79	1,02	1,3	1,49	1,47
75	1,3	1,13	0,92	0,72	0,57	0,52	0,57	0,73	0,97	1,25	1,45	1,44
80	1,25	1,08	0,86	0,65	0,5	0,45	0,5	0,66	0,9	1,2	1,41	1,4
85	1,2	1,02	0,8	0,58	0,43	0,37	0,42	0,58	0,84	1,14	1,35	1,35
90	1,14	0,95	0,73	0,5	0,35	0,29	0,34	0,5	0,76	1,07	1,29	1,29

Fuente: IDAE

Figura 12: Factor de Corrección para superficies inclinadas

El coeficiente por sombreadamiento (C_3) estima las pérdidas de radiación solar que experimenta la superficie debidas a sombras circundantes. Para ello se representan los principales obstáculos y se compararán con el diagrama de trayectorias aparentes del sol, *Figura 13*.



Fuente: IDAE

Figura 13: Diagrama de trayectorias del Sol. (Nota: los grados de ambas escalas son sexagesimales)

3.1.6 CARGAS POR ILUMINACIÓN

Son las producidas por el alumbrado existente, este calor se emite en su mayoría por radiación, pero también por convección y conducción. Las ganancias de calor reales se determinan aplicando:

$$Q_{\text{iluminación}}[\text{W}] = \rho_{\text{potencia}} [\text{W}/\text{m}^2] \cdot S_{\text{habitable}}[\text{m}^2] \cdot C_{\text{reactancia}} \cdot C_{\text{simultaneidad}}$$

donde:

- **$Q_{\text{iluminación}}$** : Carga por iluminación.
- **ρ_{potencia}** : Densidad de potencia eléctrica en el edificio.
- **$S_{\text{habitable}}$** : Superficie habitable.
- **$C_{\text{reactancia}}$** : Coeficiente de reactancia.
- **$C_{\text{simultaneidad}}$** : Coeficiente de simultaneidad.

Se entiende por reactancia a la resistencia que ofrece un circuito eléctrico (inductores y condensadores) al paso de la corriente alterna.

$$X = X_L - X_C$$

Siendo la reactancia la diferencia entre la reactancia inductiva y la reactancia capacitiva.

El valor de la reactancia capacitiva viene dado por:

$$X_C[\Omega] = -\frac{1}{\omega[\text{rad/s}] \cdot C[F]}$$

donde:

- X_C : Reactancia capacitiva.
- ω : Frecuencia angular.
- C : Capacitancia.

El valor de la reactancia inductiva viene dado por:

$$X_L[\Omega] = \omega[\text{rad/s}] \cdot L[H]$$

donde:

- X_L : Reactancia inductiva.
- ω : Frecuencia angular.
- L : Inductancia.

Las luminarias poseen elementos reactivos (bobina y condensador) que consumen y ceden potencia reactiva, por tanto el Coeficiente de reactancia ($C_{\text{reactancia}}$) variará en función de la reactancia de cada luminaria.

El coeficiente de simultaneidad indica el cociente entre la potencia eléctrica máxima que puede entregar una instalación y la suma de las potencias nominales de todos los receptores que pueden conectarse a ella.

3.1.7 CARGAS POR OCUPACIÓN

Son aquellas cargas ocasionadas por el número de personas que se encuentran en el interior del edificio.

Estas ganancias se pueden estimar mediante:

$Q_{\text{ocupación}}[W] = \text{Nº personas} \cdot \frac{\text{Carga sensible}}{\text{por persona}} [W/\text{persona}] \cdot C_{\text{simultaneidad}}$

donde:

- $Q_{\text{ocupación}}$: Carga por ocupación.
- N° de personas en el edificio.
- Carga sensible por persona, carga sensible que ocasionan las personas.
- $C_{\text{simultaneidad}}$: Coeficiente de simultaneidad.

Se entiende por calor sensible a aquel que recibe un cuerpo y que hace que aumente su temperatura sin afectar a su estructura molecular y por tanto su estado.

ACTIVIDAD REALIZADA	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en reposo. Escuela.	45	45	50	40	55	35	60	30
Sentado trabajo ligero. Instituto.	45	55	50	50	55	45	60	40
Oficinista, actividad ligera.	45	70	50	65	55	60	60	50
Persona de pie. Tienda.	45	70	50	75	55	70	65	60
Persona que pasea. Banco.	45	80	50	75	55	70	65	60
Trabajo sedentario.	50	90	55	85	60	80	70	70
Trabajo ligero taller.	50	140	55	135	60	130	75	115
Persona que camina.	55	160	60	155	70	145	85	130
Persona que baila.	70	185	75	175	85	170	95	155
Persona en trabajo penoso.	115	250	120	250	125	245	130	230

Fuente: Ingemecanica

Figura 14: Calor latente y sensible desprendido por una persona, en [kcal/h]

La carga sensible por persona se obtendrá en función de la temperatura del local y del tipo de actividad que realice la gente.

El coeficiente de simultaneidad indica el número promedio de personas que se encuentran al mismo tiempo en la vivienda.

3.1.8 CARGAS INTERNAS

Se entiende por cargas internas al calor aportado por aquellos equipos eléctricos que se encuentren en el interior del edificio. Al igual que las cargas por iluminación, las cargas internas se calculan de la siguiente forma:

$$Q_{\text{internas}}[\text{W}] = \rho_{\text{potencia}} [\text{W/m}^2] \cdot S_{\text{habitables}}[\text{m}^2] \cdot C_{\text{simultaneidad}}$$

donde:

- **Q_{interna}**: Carga interna total.
- **ρ_{potencia}**: Densidad de potencia eléctrica en el edificio.
- **S_{habitable}**: Superficie habitable.
- **C_{simultaneidad}**: Coeficiente de simultaneidad.

El coeficiente de simultaneidad indica el cociente entre la potencia eléctrica máxima que puede entregar una instalación y la suma de las potencias nominales de todos los receptores que pueden conectarse a ella.

3.1.9 CARGAS CONSUMO ACS

En todo edificio hay un consumo de ACS (agua caliente sanitaria), dicho consumo requiere de una energía determinada y por tanto de una carga térmica, dicha carga de consumo de ACS se calcula mediante:

$$Q_{ACS}[\text{kcal/h}] = c_{p,agua}[\text{kcal/kg } ^\circ\text{C}] \cdot \rho_{agua}[\text{kg/m}^3] \cdot v[\text{m}^3] \cdot \frac{1}{t_{calent}[\text{h}]} \cdot \Delta T[^\circ\text{C}]$$

donde:

- **Q_{ACS}**: Carga por consumo de ACS.
- **c_{p,agua}**: Calor específico del agua, 1 kcal/(kg °C).
- **ρ_{agua}**: Densidad del agua, 1000 kg/m³.
- **v**: Volumen de ACS.
- **t_{calent}**: Tiempo de calentamiento del ACS.
- **ΔT**: Salto térmico.

Para el cálculo del salto térmico se calculará mediante T_{red}-T_i, siendo la T_{red} la temperatura media del agua de la red general, en Madrid para nuestro caso, obtenida de la *Figura 15*.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO	
1	ÁLAVA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
2	ALBACETE	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
3	ALICANTE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
4	ALMERÍA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
5	ASTURIAS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
6	ÁVILA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
7	BADAJOS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
8	BALEARES	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
9	BARCELONA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
10	BURGOS	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
11	CÁCERES	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
12	CÁDIZ	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
13	CANTABRIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
14	CASTELLÓN	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
15	CEUTA	8	9	10	12	13	13	14	13	13	12	11	8	11,3
16	CIUDAD REAL	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
17	CÓRDOBA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
18	LA CORUÑA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
19	CUENCA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
20	GERONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
21	GRANADA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
22	GUADALAJARA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
23	GUIPÚZCOA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
24	HUELVA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
25	HUESCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
26	JAEÉN	8	9	11	13	14	15	17	16	14	13	11	7	12,3
27	LEÓN	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
28	LÉRIDA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
29	LUGO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
30	MADRID	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
31	MÁLAGA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
32	MELILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
33	MURCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
34	NAVARRA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
35	ORENSE	5	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,2
36	PALENCIA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
37	LAS PALMAS	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
38	PONTEVEDRA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
39	LA RIOJA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
40	SALAMANCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
41	STA. C. DE TENERIFE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
42	SEGOVIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
43	SEVILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
44	SORIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
45	TARRAGONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
46	TERUEL	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
47	TOLEDO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
48	VALENCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
49	VALLADOLID	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
50	VIZCAYA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
51	ZAMORA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
52	ZARAGOZA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3

Fuente: IDAE

Figura 15: Temperatura media del agua de la red general.

Por normativa, la temperatura interior (T_i) para el agua caliente sanitaria no será inferior a 60°C según el Real Decreto 865/2003, por el que se establecen los criterios para la prevención y control de la legionelosis, fija en 60°C la temperatura continua de acumulación, y exige, que al menos una vez al año, toda la instalación alcance los 70°C.

Para estimar el volumen total de agua caliente sanitaria y conociendo que el número de personas que habitan la vivienda es de seis, por medio de la *Figura 16*, el volumen total de ACS es de 180 litros/día a 60°C.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

(1) Los litros de ACS/día a 60°C de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2) con los valores de $T_i = 12^\circ\text{C}$ (constante) y $T = 45^\circ\text{C}$.

Fuente: [CTE-HE4]

Figura 16: Demanda de referencia de ACS.

Para calentar el ACS se requiere una cierta potencia que calcularemos posteriormente, no obstante, no es lo mismo calentar el volumen total del agua en un periodo de una hora que en un periodo superior, esto depende del nivel de demanda de ACS, por ello y para hacer unos cálculos realistas vamos a calcular el calentamiento del ACS en un tiempo aproximado de dos horas lo que nos permitirá cubrir las necesidades de producción de agua caliente sanitaria sin ningún problema.

3.1.10 CARGAS LATENTES

El calor latente es la energía requerida por una cantidad de sustancia para cambiar de fase, esta energía se invierte en el cambio de fase y no en un aumento de temperatura.

Se pueden calcular dos tipos de cargas latentes, las producidas por la ocupación de personas en la vivienda y la originada por la ventilación de la misma.

Cargas latentes por ocupación

$$Q_{\text{lat ocup}} [\text{W}] = N^{\circ} \text{ personas} \cdot \text{Carga latente por persona} [\text{W/persona}] \cdot C_{\text{simultaneidad}}$$

donde:

- $Q_{\text{lat ocup}}$: Carga latente por ocupación.
- N° de personas en el edificio.
- Carga latente por persona, carga latente que ocasionan las personas.
- $C_{\text{simultaneidad}}$: Coeficiente de simultaneidad.

El calor latente promedio que desprende cada persona viene ilustrado en la *Figura 14*. Siendo el coeficiente de simultaneidad indica el número promedio de personas que se encuentran al mismo tiempo en la vivienda.

Cargas latentes por ventilación

$$Q_{\text{lat vent}} [\text{kcal/h}] = c_{\text{lat,aire}} [\text{kcal}/(\text{kg } ^{\circ}\text{C})] \cdot \rho_{\text{aire}} [\text{kg}/\text{m}^3] \cdot \dot{v} [\text{m}^3/\text{h}] \cdot \Delta T [^{\circ}\text{C}]$$

donde:

- $Q_{\text{lat vent}}$: Carga latente por ventilación.

- $C_{lat,aire}$: Calor latente de vaporización del aire, 0,60 kcal/g.
- ρ_{aire} : Densidad del aire, 1,2 kg/m³.
- \dot{V} : Caudal de ventilación.
- ΔT : Salto térmico entre el exterior y el interior del local.

Como en el caso en estudio se trata de una vivienda unifamiliar en la que no se dispone de un sistema de ventilación forzada, sino que se realiza una ventilación natural, no se puede calcular con precisión las cargas por ventilación y por tanto las cargas latentes por ventilación no se estudiarán en el presente informe.

3.2 Cálculo de cargas por calefacción

Para estimar las necesidades de calefacción de una vivienda unifamiliar se elabora y calcula un determinado número de cargas térmicas que influyen en la temperatura del interior de la vivienda.

3.2.1 CÁLCULO DE POTENCIA

Para el cálculo de potencias de calefacción que requiere la vivienda unifamiliar se tendrá que tomar el caso más desfavorable, es decir, ya que se calcula para los meses más fríos (invierno), en el cálculo de potencia se descartan todas aquellas cargas que aporten calor al interior de la vivienda, así como:

- cargas por radiación solar
- cargas por iluminación
- cargas por ocupación
- cargas internas

Por lo que se calcula únicamente las cargas por transmisión, cargas por infiltración y cargas por consumo de ACS (agua caliente sanitaria).

Estos cálculos se realizan para los meses en los que, por norma general se puede demandar un consumo de calefacción, esto abarca de enero a mayo y desde septiembre a diciembre ambos inclusive. Despreciando por tanto los meses de junio, julio y agosto para el cálculo de potencia de calefacción.

Los cálculos de potencia se realizan en W o en su defecto en kcal/h, teniendo en cuenta que 1 kW son 860 kcal/h.

A modo de no sobrecargar la memoria con tablas de cálculos se pondrá a continuación únicamente los cálculos realizados para el mes de Enero, añadiendo en el Anexo A: Cálculo de cargas térmicas del presente informe los cálculos realizados para todos los meses del año.

Cargas por transmisión

Para el cálculo de potencia por transmisión se consideran los cerramientos, cubierta, vidrios y contactos con el terreno.

Como se ha expuesto con anterioridad, para el cálculo de las cargas por transmisión hay que considerar la transmitancia térmica de cada elemento (U en $W/m^2 \text{ } ^\circ C$), la superficie de los mismos, el salto térmico que se produce entre el exterior e interior del cerramiento en el que como temperatura exterior se considera la temperatura mínima del *año extremo* calculado con anterioridad (Tabla 14) y como temperatura interior y según lo expresado en la Tabla 16 se realizarán los cálculos para una temperatura interior de $21^\circ C$.

En la Tabla 17 se muestra un resumen de las superficies de los cerramientos y de la transmitancia térmica de cada uno de ellos, como se calculó con anterioridad en el apartado 2.2.

Tabla 17: Cuadro resumen de superficies y transmitancia térmica de componentes del edificio.

	Cerramientos	Cubierta	Vidrios	Contacto con terreno
Superficie [m^2]	552,83	323,25	115,44	324,06
U [$W/m^2 \text{ } ^\circ C$]	0,654	0,368	1,7	0,645

Como ejemplo de cálculo de cargas por transmisión a continuación se detalla el cálculo para los cerramientos, de forma similar se realizará para el resto de los casos.

$$Q_{\text{trans}}[W] = U \left[\frac{W}{(m^2 \text{ } ^\circ C)} \right] \cdot S [m^2] \cdot \Delta T [^\circ C]$$

$$Q_{\text{trans}}[W] = 0,654 \left[\frac{W}{(m^2 \text{ } ^\circ C)} \right] \cdot 552,83[m^2] \cdot (-6,80 - 21,00)[^\circ C]$$

$$Q_{\text{trans}}[W] = -10\,044,88 [W]$$

Tabla 18: Cálculo de potencia de calefacción por transmisión.

	Enero			
	Cerramientos	Cubierta	Vidrios	Contacto con terreno
U [$W/m^2 \text{ } ^\circ C$]	0,654	0,368	1,7	0,645
Superficie [m^2]	552,83	323,25	115,44	324,06
$T_{\text{exterior min}}$ [$^\circ C$]	-6,80	-6,80	-6,80	-6,80
T_{interior} [$^\circ C$]	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{transmisión}}$ [W]	-10 044,88	-3 303,81	-5 455,69	-5 812,17
$Q_{\text{transmisión}}$ [kcal/h]	-8.638,60	-2 841,27	-4 691,90	-4 998,47

Cargas por infiltración

Para el cálculo de potencia por infiltración y ya que hay que considerar un caudal de infiltración, normalmente difícil de determinar con exactitud, conociendo el volumen del edificio y multiplicándolo por un coeficiente de infiltración obtenemos el volumen de infiltración que se produce en toda la vivienda, que al calcularlo en base a una hora da lugar al caudal de infiltración.

$$Q_{\text{infiltr}} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right] = c_{p,\text{aire}} \left[\frac{\text{kcal}}{(\text{kg } ^\circ\text{C})} \right] \cdot \rho_{\text{aire}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot \dot{v} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot C_{\text{infiltr}} \cdot \Delta T [^\circ\text{C}]$$

$$Q_{\text{infiltr}} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right] = 0,24 \left[\frac{\text{kcal}}{(\text{kg } ^\circ\text{C})} \right] \cdot 1,2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot 1\,603,68 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot 5\% \cdot (-6,8 - 21,00) [^\circ\text{C}]$$

$$Q_{\text{infiltr}} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right] = -641,99 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right]$$

Tabla 19: Cálculo de potencia de calefacción por infiltración.

	Enero
$C_{p,\text{aire}} [\text{kcal/kg } ^\circ\text{C}]$	0,24
$\rho_{\text{aire}} [\text{kg/m}^3]$	1,2
$v [\text{m}^3/\text{h}]$	1 603,68
$C_{\text{infiltración}}$	5%
$T_{\text{exterior min}} [^\circ\text{C}]$	-6,80
$T_{\text{interior}} [^\circ\text{C}]$	21,00
$Q_{\text{infiltración}} [\text{kcal/h}]$	-641,99
$Q_{\text{infiltración}} [\text{W}]$	-746,49

Cargas por producción de ACS

El cálculo de potencia por la producción de agua caliente sanitaria viene determinado por la temperatura del agua de red, que viene estimada la Figura 15, la temperatura de almacenamiento, que según la normativa vigente ha de ser de 60°C, el volumen de ACS y el tiempo necesario para calentar el volumen total de agua caliente sanitaria, para nuestro caso este tiempo será de dos horas.

$$Q_{\text{ACS}} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right] = c_{p,\text{agua}} \left[\frac{\text{kcal}}{(\text{kg } ^\circ\text{C})} \right] \cdot \rho_{\text{agua}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot v [\text{m}^3] \cdot \frac{1}{t_{\text{calent}} [\text{h}]} \cdot \Delta T [^\circ\text{C}]$$

$$Q_{\text{ACS}} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right] = 1 \left[\frac{\text{kcal}}{(\text{kg } ^\circ\text{C})} \right] \cdot 1\,000 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot 0,18 [\text{m}^3] \cdot \frac{1}{2 [\text{h}]} \cdot (6 - 60) [^\circ\text{C}]$$

$$Q_{ACS} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right] = -5\,651,16 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right]$$

Tabla 20: Cálculo de potencia de calefacción por producción de ACS.

	Enero
$C_{p, \text{agua}} [\text{kcal/kg } ^\circ\text{C}]$	1
$\rho_{\text{agua}} [\text{kg/m}^3]$	1 000
$v [\text{m}^3]$	0,18
$T_{\text{red}} [^\circ\text{C}]$	6,00
$T_{\text{interior}} [^\circ\text{C}]$	60,00
$Q_{ACS} [\text{kcal}]$	-9 720,00
$Q_{ACS} [\text{W h}]$	-11 302,33
$t_{\text{calentamiento}} [\text{h}]$	2,00
$Q_{ACS} [\text{W}]$	-5 651,16
$Q_{ACS} [\text{kcal/h}]$	-4 860,00

Potencia total

La potencia total de calefacción será la suma de todas las anteriores.

El signo negativo, por el convenio de signos, indica que es un aporte de calor lo que se necesita, por tanto esto proporciona la potencia máxima a lo largo de todo el año que se demandará de calefacción.

Tabla 21: Potencia de calefacción total por calefacción.

	En	Feb	Mar	Ab	May	Sep	Oct	Nov	Dic
Pot. Calefacción [kW]	-31,01	-30,09	-27,87	-24,38	-23,36	-18,25	-23,56	-27,32	-32,02
Ratio [W/m²]	-58,02	-56,29	-52,14	-45,60	-43,70	-34,14	-44,07	-51,12	-59,90

Para la posterior elección de la bomba de calor se utiliza el mes más desfavorable, en este caso Diciembre en que la potencia máxima de calefacción necesaria será de 32,02 kW.

Dividiendo la potencia de calefacción por la superficie total habitable de la vivienda se obtiene un ratio en W/m² que muestra cuanta potencia se requiere en cada uno de los meses del año y por superficie de la vivienda.

3.2.2 CÁLCULO DE ENERGÍA

Con el cálculo de energía se determinan los consumos de calefacción por hora, este cálculo se realiza de manera más detallada que el cálculo de potencias de calefacción realizado en el apartado anterior, ya que para este no solo se tiene en cuenta el caso más desfavorable sino que también hay que considerar el resto de cargas térmicas que influyen en la vivienda unifamiliar, tanto las que suponen pérdidas como las que son ganancias.

Para realizar los cálculos de una manera pormenorizada se tienen en cuenta las veinticuatro horas del día, ya que las cargas térmicas varían en gran medida en función de la hora del día, así mismo, para cada mes se cogerá un día promedio y a partir de ahí se elaboran los cálculos.

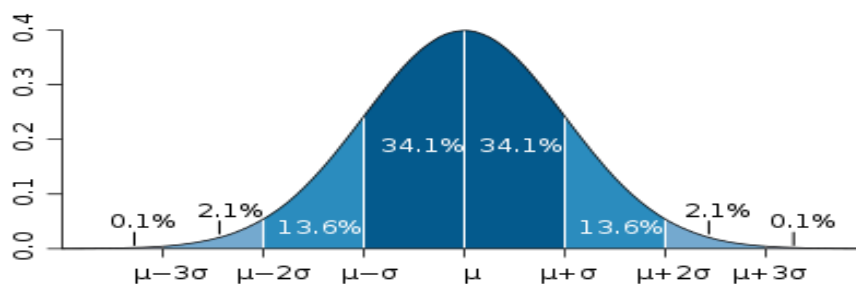
Ya que se continua con el cálculo de cargas por calefacción, los cálculos se realizan para los meses en los que, por norma general, se demanda un consumo de calefacción, esto abarca de enero a mayo y desde septiembre a diciembre ambos inclusive.

Los cálculos de energía se realizan en Wh o en su defecto en kcal.

Para no sobrecargar la memoria con tablas de cálculos se pondrá a continuación únicamente los cálculos realizados para el mes de Enero, añadiendo en el Anexo A: Cálculo de cargas térmicas los cálculos realizados para todos los meses del año.

Según lo expresado en la Tabla 16 se realizan los cálculos para una temperatura interior de 21°C. La temperatura exterior a lo largo de un día se aproxima a una distribución normal o distribución de Gauss en la que la temperatura máxima se da a las 14:00 y la mínima a las 2:00.

La distribución de Gauss tiene una forma acampanada y simétrica respecto a un determinado parámetro estadístico, su media μ . La desviación típica, σ , es una medida de la dispersión de los valores. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de una distribución normal.

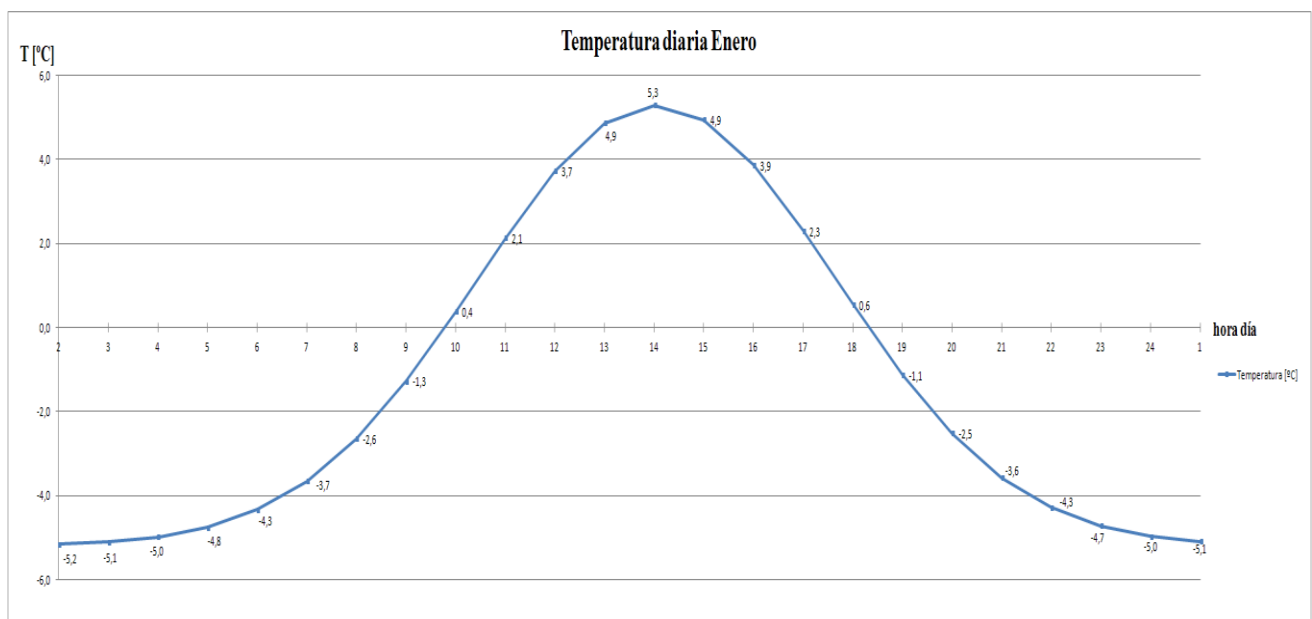


Fuente: Google Imágenes

Figura 17: Distribución Normal.

Para el cálculo de la distribución normal de las temperaturas a lo largo de un día promedio por cada mes y para los meses fríos que se están calculando en este apartado, se aproxima la curva para que el máximo de la campana de Gauss coincida con la temperatura promedio del mes en cuestión y se dé a las 14:00, y la temperatura mínima de dicho mes se dé en la parte de la curva que se hace asíntota con la horizontal y coincidente a las 2:00. Por tanto nuestra temperatura diaria estará en el intervalo que hay entre las temperaturas mínima y promedio.

En la *Figura 18* se muestra la distribución normal de temperaturas para un día promedio en el mes de enero.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Distribución normal de temperaturas Enero.

Cargas por transmisión

Para el cálculo de energía por transmisión, al igual que anteriormente, se consideran los cerramientos, cubierta, vidrios y contactos con el terreno.

Así mismo, hay que considerar la transmitancia térmica de cada elemento (U en $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$), la superficie de los mismos, para la temperatura exterior se considera las temperaturas obtenidas mediante la distribución normal de temperaturas para cada mes y como temperatura interior y según lo expresado en la Tabla 16 se realizarán los cálculos para $21^\circ C$.

Tabla 22: Cálculo energía calefacción por transmisión en cerramientos, Enero.

Cerramientos												
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$T_{\text{exterior}} [^{\circ}\text{C}]$	-2,6	-1,3	0,4	2,1	3,7	4,9	5,3	4,9	3,9	2,3	0,6	-1,1
$T_{\text{interior}} [^{\circ}\text{C}]$	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{transmisión}} [\text{W h}]$	-264.813,91	-249.495,84	-231.000,41	-211.315,78	-193.451,35	-180.744,57	-175.857,75	-179.871,41	-191.895,88	-209.391,89	-229.042,28	-247.766,17
$Q_{\text{transmisión}} [\text{kcal}]$	-227.739,96	-214.566,42	-198.660,35	-181.731,57	-166.368,16	-155.440,33	-151.237,67	-154.689,42	-165.030,46	-180.077,02	-196.976,36	-213.078,90

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior}} [^{\circ}\text{C}]$	-2,5	-3,6	-4,3	-4,7	-5,0	-5,1	-5,2	-5,1	-5,0	-4,8	-4,3	-3,7
$T_{\text{interior}} [^{\circ}\text{C}]$	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{transmisión}} [\text{W h}]$	-263.456,07	-275.223,29	-283.200,74	-288.119,54	-290.889,22	-292.317,49	-293.035,52	-292.411,24	-291.080,84	-288.478,47	-283.815,45	-276.182,68
$Q_{\text{transmisión}} [\text{kcal}]$	-226.572,22	-236.692,03	-243.552,64	-247.782,81	-250.164,73	-251.393,04	-252.010,54	-251.473,67	-250.329,52	-248.091,48	-244.081,29	-237.517,10

En el Anexo A: Cálculo de cargas térmicas se adjuntan el resto de cálculos de cargas por transmisión a través de la cubierta, vidrios y contacto con el terreno.

Cargas por infiltración

De forma similar a la usada para el cálculo de potencia por infiltración se considera un caudal de infiltración constante para cada hora del día, el calor específico y la densidad del aire son datos conocidos y la temperatura exterior determinada mediante la distribución normal de temperaturas.

Tabla 23: Cálculo energía calefacción por infiltración, Enero.

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$T_{\text{exterior}} [^{\circ}\text{C}]$	-2,6	-1,3	0,4	2,1	3,7	4,9	5,3	4,9	3,9	2,3	0,6	-1,1
$T_{\text{interior}} [^{\circ}\text{C}]$	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{infiltración}} [\text{kcal}]$	-16.924,69	-15.945,69	-14.763,62	-13.505,54	-12.363,79	-11.551,68	-11.239,36	-11.495,88	-12.264,38	-13.382,58	-14.638,47	-15.835,14
$Q_{\text{infiltración}} [\text{W h}]$	-19.679,88	-18.541,50	-17.167,00	-15.704,12	-14.376,51	-13.432,19	-13.069,02	-13.367,30	-14.260,91	-15.561,14	-17.021,48	-18.412,96

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior min}} [^{\circ}\text{C}]$	-2,5	-3,6	-4,3	-4,7	-5,0	-5,1	-5,2	-5,1	-5,0	-4,8	-4,3	-3,7
$T_{\text{interior}} [^{\circ}\text{C}]$	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{infiltración}} [\text{kcal}]$	-16.837,91	-17.589,97	-18.099,83	-18.414,20	-18.591,21	-18.682,49	-18.728,38	-18.688,49	-18.603,46	-18.437,14	-18.139,11	-17.651,29
$Q_{\text{infiltración}} [\text{W h}]$	-19.578,97	-20.453,46	-21.046,31	-21.411,86	-21.617,69	-21.723,83	-21.777,19	-21.730,80	-21.631,93	-21.438,53	-21.091,99	-20.524,76

Cargas por radiación solar

La energía aportada por la radiación solar supone un aumento de la temperatura interior y por tanto será una ganancia en lugar de una carga, es decir, nos ayudará a climatizar la vivienda en los meses fríos haciendo que se reduzca el consumo de calefacción.

Habrà que realizar los cálculos de la radiación solar incidente sobre los vidrios en función de la orientación de las fachadas, habiendo cuatro y orientadas según los cuatro puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste).

Como se detalla en el apartado 3.1.5, la energía solar aportada dependerá de la radiación media incidente sobre los vidrios, de la superficie de los mismos, del factor solar del vidrio, del coeficiente por orientación, del coeficiente por inclinación y del coeficiente por sombreamiento.

La radiación media incidente para cada uno de los meses en W/m^2 se obtiene a través del Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica, como se muestra en la *Figura 19*, para la localización de nuestra vivienda se tienen los siguientes datos de radiación para el mes de enero.

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: January

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg.
Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	G_d	G_c	DNI	DNI_c	A	A_d	A_c
07:37	14	12	11	0	0	15	13	12
08:07	213	63	356	243	463	340	92	585
09:07	358	92	606	354	675	485	121	830
10:07	457	108	777	408	778	556	136	945
11:07	513	117	876	433	826	589	143	997
12:07	529	119	903	440	839	597	144	1010
13:07	503	115	858	429	818	583	142	988
14:07	436	105	741	398	758	543	134	924
15:07	326	86	552	333	636	458	116	786
16:07	168	53	279	197	376	283	81	486

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.26 hours

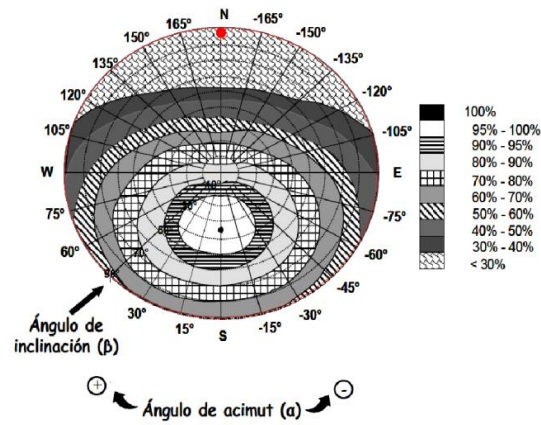
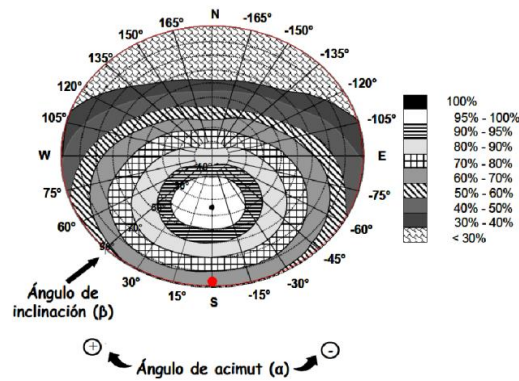
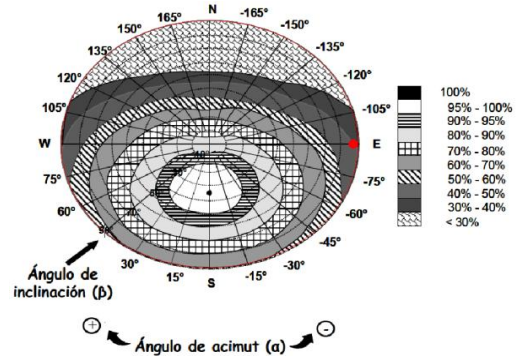
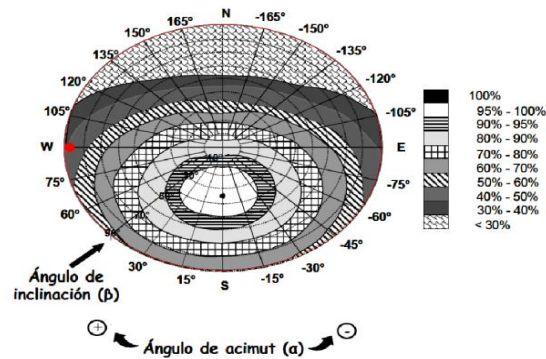
G : Global irradiance on a fixed plane (W/m^2)
 G_d : Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m^2)
 G_c : Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m^2)
 DNI : Direct normal irradiance (W/m^2)
 DNI_c : Clear-sky direct normal irradiance (W/m^2)
 A : Global irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)
 A_d : Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)
 A_c : Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)

Fuente: Sistema de Información Geográfica fotovoltaica

Figura 19: Radiación Solar Media, Enero.

El factor solar de un vidrio es el porcentaje de energía que entra en la vivienda en relación con la energía solar incidente, siendo el valor el expresado en la Tabla 9.

En cuanto al coeficiente por orientación (C_1) y según la Figura 10, en función de la orientación de cada una de las fachadas y teniendo en cuenta que el ángulo de inclinación es de 90° , al tratarse de vidrios verticales, al desplazarse por el borde exterior de la elipse se obtiene para cada orientación un coeficiente determinado.

Figura 20: Coeficiente por Orientación (C_1), fachada NorteFigura 21: Coeficiente por Orientación (C_1), fachada SurFigura 22: Coeficiente por Orientación (C_1), fachada EsteFigura 23: Coeficiente por Orientación (C_1), fachada Oeste

Así se obtiene los siguientes valores de coeficientes por orientación.

Tabla 24: Coeficientes por Orientación

Fachada	C_1
Norte	0,20
Sur	0,65
Este	0,40
Oeste	0,40

El coeficiente por inclinación (C_2) viene tabulado en función de la latitud a la que se encuentra nuestro sistema a evaluar y de la inclinación del mismo, mediante la *Figura 11*, se obtiene una latitud de $40,4^\circ$ y sabiendo que los vidrios están inclinados 90° con respecto a la horizontal, se obtiene el coeficiente por inclinación para cada mes del año en la *Figura 12*.

Tabla 25: Coeficientes por Inclinación

Mes	C_2
Enero	1,14
Febrero	0,95
Marzo	0,73
Abril	0,5
Mayo	0,35
Junio	0,29
Julio	0,34
Agosto	0,5
Septiembre	0,76
Octubre	1,07
Noviembre	1,29
Diciembre	1,29

El coeficiente por sombreadamiento (C_3) estima las pérdidas de radiación solar que experimenta la superficie colectora debidas a sombras circundantes. Tras el análisis detallado de la zona se observa la ausencia de edificios colindantes que puedan originar un valor elevado de sombreadamiento por lo que se estima un valor de 0,9 debido a la sombra que pueden originar los arboles adyacentes.

A continuación se muestra el cálculo para la fachada norte, quedando el resto de cálculos adjuntos en el Anexo A: Cálculo de cargas térmicas.

Tabla 26: Cálculo energía calefacción por radiación solar en fachada norte, Enero.

Fachada Norte												
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$R_{med} [W/m^2]$	213	358	457	513	529	503	436	326	168	0	0	0
$Q_{solar} [Wh]$	9.600,80	16.136,56	20.598,91	23.123,06	23.844,25	22.672,32	19.652,35	14.694,19	7.572,46	0,00	0,00	0,00
$Q_{solar} [kcal]$	8.256,69	13.877,44	17.715,06	19.885,83	20.506,05	19.498,19	16.901,02	12.637,00	6.512,32	0,00	0,00	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$R_{med} [W/m^2]$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
$Q_{solar} [Wh]$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	631,04
$Q_{solar} [kcal]$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	542,69

Cargas por iluminación

Al igual que las cargas por radiación solar, la energía aportada por la iluminación supone un aumento de la temperatura interior y por tanto será una ganancia en lugar de una carga, estas cargas son las producidas por el alumbrado existente, este calor se emite en su mayoría por radiación, pero también por convección y conducción.

Como se detalla en la Tabla 10, Tabla 11 y

Tabla 12, la distribución de las luminarias varía mucho en función de cada una de las plantas de la vivienda por lo que los cálculos se harán para cada una de ellas por separado.

Como se detalla en el apartado 3.1.6, la energía aportada por las luminarias dependerá de la densidad de potencia eléctrica, de la superficie habitable, del coeficiente de reactancia y del coeficiente de simultaneidad.

La densidad de potencia eléctrica se mide en W/m^2 y expresa la cantidad de potencia que tienen las luminarias por superficie. La densidad de potencia se calcula por planta ya que tanto el número de luminarias como la superficie habitable de cada una de ellas varían en función de la planta en la que estemos calculándolo.

El coeficiente de reactancia viene determinado por las características técnicas de las luminarias ya que éstas poseen elementos reactivos (bobina y condensador) que consumen y ceden potencia reactiva.

El coeficiente de simultaneidad indica el número promedio de luminarias que se encuentran en funcionamiento y por tanto aportando energía al mismo tiempo en cada una de las plantas.

Tabla 27: Densidad de potencia eléctrica y Coeficiente de simultaneidad por planta

Planta	$\rho_{\text{potencia}} [\text{W/m}^2]$	$C_{\text{simultaneidad}}$
Sótano	4,67	0,2
Baja	14,29	0,75
Primera	19,75	0,6

Los cálculos para la planta baja se detallan a continuación, estando el resto adjuntos en el Anexo A: Cálculo de cargas térmicas.

Tabla 28: Cálculo energía calefacción por iluminación en planta baja, Enero.

Planta Baja	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{\text{iluminación}} [\text{W h}]$	65.318,55	65.318,55	0,00	0,00	0,00	0,00	65.318,55	65.318,55	65.318,55	65.318,55	65.318,55	65.318,55
$Q_{\text{iluminación}} [\text{kcal}]$	56.173,95	56.173,95	0,00	0,00	0,00	0,00	56.173,95	56.173,95	56.173,95	56.173,95	56.173,95	56.173,95

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{\text{iluminación}} [\text{W h}]$	65.318,55	65.318,55	65.318,55	65.318,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65.318,55	65.318,55
$Q_{\text{iluminación}} [\text{kcal}]$	56.173,95	56.173,95	56.173,95	56.173,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56.173,95	56.173,95

Como se observa en la Tabla 28 se ha puesto un marcador para cada una de las horas en el que el valor 1 significa que las luminarias están encendidas y el valor 0 cuando las luminarias están apagadas, estas horas corresponden a las horas de noche cuando la actividad es nula, por horas de sueño, y una franja horaria por la mañana cuando no hay ocupación en la vivienda.

Cargas por ocupación

Las cargas por ocupación son generadas por el calor sensible que aportan las personas, por tanto también suponen un aporte de energía al medio y se consideran como una ganancia.

Estas cargas por ocupación dependen del número de personas que se encuentran en la vivienda, de la carga sensible que aportan las personas y de un coeficiente de simultaneidad.

Según lo expresado en la Figura 14, la carga sensible promedio que aporta una persona son 60 W.

Esta vivienda unifamiliar la habitan seis personas, no obstante, ya que por norma general no se suelen encontrar todas simultáneamente en ella se estima un valor del coeficiente de simultaneidad de 0,7.

Al igual que para el cálculo de cargas por iluminación se han introducido unos marcadores que indican el funcionamiento o no de las luminarias, para el cálculo por ocupación también

se introducen, suprimiendo así el aporte energético de las personas en una franja horaria en la que la casa se encuentra vacía.

Tabla 29: Cálculo energía calefacción por ocupación, Enero.

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Q _{ocupación} [W h]	7.812,00	7.812,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00
Q _{ocupación} [kcal]	6.718,32	6.718,32	0,00	0,00	0,00	0,00	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32

	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Q _{ocupación} [W h]	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00
Q _{ocupación} [kcal]	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32

Cargas internas

De forma semejante a las cargas por iluminación, la energía aportada por las cargas internas suponen un aumento de la temperatura interior y por tanto una ganancia térmica, estas cargas son las producidas por los equipos eléctricos.

La energía aportada por las cargas internas dependerá de la densidad de potencia eléctrica en la vivienda, de la superficie total habitable de la misma y de un coeficiente de simultaneidad.

Como se detalla en la Tabla 13, la potencia eléctrica total aportada por los equipos eléctricos que se encuentran en la vivienda es de 12 020 W.

El coeficiente de simultaneidad indica el cociente entre la potencia eléctrica máxima que puede entregar una instalación y la suma de las potencias nominales de todos los receptores que pueden conectarse a ella, se estima un coeficiente de simultaneidad de 0,5, es decir el 50% de los equipos eléctricos se conectan simultáneamente.

Como se observa en la Tabla 30, los indicadores que marcan 0 expresan que en esas horas no hay actividad en la vivienda unifamiliar.

Tabla 30: Cálculo energía calefacción por cargas internas, Enero.

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Q _{internas} [W h]	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00
Q _{internas} [kcal]	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Q _{internas} [W h]	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00
Q _{internas} [kcal]	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60

Cargas por producción de ACS

La energía requerida para la producción de agua caliente sanitaria y según lo explicado en el apartado 3.1.9, viene determinada por el calor específico del agua, la densidad del agua, el volumen de ACS y por el salto térmico que se da entre la temperatura del agua de red y la instalación.

El volumen de ACS calculado es de 180 litros/día, ya que la vivienda la habitan 6 personas.

El salto térmico se da entre la temperatura del agua de red, obtenida en la Figura 15 y la temperatura interior, de 60°C según normativa vigente.

El cálculo de energía obtendrá la cantidad de energía necesaria para poder llevar el agua desde la temperatura de red a la temperatura de almacenamiento, ya que supone una pérdida de energía estos cálculos supondrán una carga y no una ganancia.

Al igual que en los casos anteriores, los indicadores que se muestran en la Tabla 31 reflejan el uso o no del ACS.

Tabla 31: Cálculo energía calefacción por producción de ACS, Enero.

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{red} [°C]	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
T _{interior} [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q _{ACS} [kcal]	-301.320,00	-301.320,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00
Q _{ACS} [W h]	-350.372,09	-350.372,09	0,00	0,00	0,00	0,00	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09

	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{red} [°C]	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
T _{interior} [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q _{ACS} [kcal]	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-301.320,00	-301.320,00
Q _{ACS} [W h]	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-350.372,09	-350.372,09

Energía total

La energía total de calefacción será la suma de todas las anteriores.

El signo negativo, por el convenio de signos, indica que es un aporte de calor lo que se necesita, sin embargo el signo positivo supondrá una ganancia térmica, es decir, reducirá el consumo total de energía.

Dividiendo la energía de calefacción por la superficie total habitable de la vivienda se obtiene un ratio en Wh/m² que muestra cuanta energía es necesaria para el mes de enero y por superficie de la vivienda.

Tabla 32: Energía total por calefacción, Enero.

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía _{calefac} [Wh]	-372.167,87	-125.072,85	73.604,38	203.799,73	271.904,68	266.617,56	172.975,39	4.731,32	-252.733,15	-538.386,68	-588.003,38	-635.280,66
Energía _{calefac} [kWh]	-372,17	-125,07	73,60	203,80	271,90	266,62	172,98	4,73	-252,73	-538,39	-588,00	-635,28
Ratio [Wh/m ²]	-696,21	-233,97	137,69	381,25	508,65	498,76	323,58	8,85	-472,79	-1.007,16	-1.099,98	-1.188,42

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía _{calefac} [Wh]	-674.897,21	-704.609,13	-724.751,96	-386.799,70	-726.675,10	-730.281,43	-732.094,43	-730.518,16	-727.158,93	-720.588,01	-726.304,10	-686.908,50
Energía _{calefac} [kWh]	-674,90	-704,61	-724,75	-386,80	-726,68	-730,28	-732,09	-730,52	-727,16	-720,59	-726,30	-686,91
Ratio [Wh/m ²]	-1.262,53	-1.318,11	-1.355,79	-723,59	-1.359,39	-1.366,14	-1.369,53	-1.366,58	-1.360,29	-1.348,00	-1.358,70	-1.285,00

Energía Total [kWh/mes]	-9.789,60
-------------------------	-----------

Los cálculos realizados en este apartado son los correspondientes al mes de enero, el resto de los meses en los que se requiere calefacción y por tanto hay una demanda de energía, se adjuntan en el Anexo A: Cálculo de cargas térmicas.

En la siguiente tabla se representan las energías totales, en valor absoluto, para todos los meses citados.

Tabla 33: Energía total por calefacción.

Mes	Energía total [kWh]
Enero	9 789,60
Febrero	7 904,19
Marzo	7 925,47
Abril	7 711,64
Mayo	6 287,59
Septiembre	998,48
Octubre	2 975,40
Noviembre	5 081,51
Diciembre	8 832,87

3.3 Cálculo de cargas por refrigeración

Para estimar las necesidades de refrigeración de la vivienda unifamiliar, al igual que para el cálculo de cargas por calefacción, se elabora y calcula un determinado número de cargas térmicas que influyen en la temperatura del interior de la vivienda.

3.3.1 CÁLCULO DE POTENCIA

Para el cálculo de potencias de refrigeración que requiere la vivienda unifamiliar se tendrá que tomar el caso más desfavorable, es decir, ya que se calcula para los meses más calurosos (verano), en el cálculo de potencia se deberá realizar con todas aquellas cargas que supongan un aporte calor al interior de la vivienda, ya que el objetivo es disipar dicho calor, así como:

- cargas por transmisión
- cargas por infiltración
- cargas por radiación solar
- cargas por iluminación
- cargas por ocupación
- cargas internas
- cargas latentes

Por lo que únicamente se descartan las cargas por consumo de ACS (agua caliente sanitaria).

Estos cálculos se realizan para los meses en los que, por norma general se puede demandar un consumo de refrigeración, esto abarca de mayo a septiembre. Despreciando por tanto los meses de enero a abril y de octubre a diciembre para el cálculo de potencia de refrigeración.

Al igual que en el apartado 3.2.1 los cálculos de potencia se realizan en W o en kcal/h.

Igualmente, para no sobrecargar la memoria con tablas de cálculos se pondrá a continuación únicamente los cálculos realizados para el mes de Mayo, añadiendo en el Anexo A: Cálculo de cargas térmicas del presente informe los cálculos realizados para los meses restantes del año.

Los siguientes cálculos se realizan de forma similar a la explicada con anterioridad en el apartado 3.2.1.

Cargas por transmisión

Para el cálculo de potencia por transmisión se consideran los cerramientos, cubierta, vidrios y contactos con el terreno.

Como se ha expuesto con anterioridad, para el cálculo de las cargas por transmisión hay que considerar la transmitancia térmica de cada elemento (U en $W/m^2\text{°C}$), la superficie de los mismos, el salto térmico que se produce entre el exterior e interior del cerramiento en el que como temperatura exterior se considera la temperatura máxima del *año extremo* calculado con anterioridad (Tabla 14) y como temperatura interior y según lo expresado en la Tabla 16 se realizarán los cálculos para una temperatura interior de 25°C .

En la Tabla 17 se detallan las características de los diferentes componentes, como es su superficie y su transmitancia térmica.

$$Q_{\text{trans}}[\text{W}] = U \left[\frac{\text{W}}{(\text{m}^2\text{°C})} \right] \cdot S [\text{m}^2] \cdot \Delta T [\text{°C}]$$

$$Q_{\text{trans}}[\text{W}] = 0,654 \left[\frac{\text{W}}{(\text{m}^2\text{°C})} \right] \cdot 552,83[\text{m}^2] \cdot (-33,50 - 25,00)[\text{°C}]$$

$$Q_{\text{trans}}[\text{W}] = 3\,071,28 [\text{W}]$$

Tabla 34: Cálculo de potencia de refrigeración por transmisión.

	Mayo			
	Cerramientos	Cubierta	Vidrios	Contacto con terreno
U [$W/m^2\text{°C}$]	0,654	0,368	1,7	0,645
Superficie [m^2]	552,83	323,25	115,44	324,06
T exterior máx [$^{\circ}\text{C}$]	33,50	33,50	33,50	33,50
T interior [$^{\circ}\text{C}$]	25,00	25,00	25,00	25,00
Q transmisión [W]	3 071,28	1 010,16	1 668,11	1 777,10
Q transmisión [kcal/h]	2 641,30	868,73	1 434,57	1 528,31

Cargas por infiltración

Según lo explicado con anterioridad en el apartado 3.2.2 el cálculo de potencia por infiltración se realiza de forma similar, teniendo en cuenta la variación de los valores tanto de la temperatura exterior como de la temperatura interior.

$$Q_{\text{infiltr}} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right] = c_{p,\text{aire}} \left[\frac{\text{kcal}}{(\text{kg } ^{\circ}\text{C})} \right] \cdot \rho_{\text{aire}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot \dot{V} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot C_{\text{infiltr}} \cdot \Delta T [\text{°C}]$$

$$Q_{\text{infiltr}} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right] = 0,24 \left[\frac{\text{kcal}}{(\text{kg } ^\circ\text{C})} \right] \cdot 1,2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot 1\,603,68 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot 5\% \cdot (33,50 - 25,00)[^\circ\text{C}]$$

$$Q_{\text{infiltr}} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right] = 196,29 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right]$$

Tabla 35: Cálculo de potencia de refrigeración por infiltración.

	Mayo
$C_{p, \text{aire}} [\text{kcal/kg } ^\circ\text{C}]$	0,24
$\rho_{\text{aire}} [\text{kg/m}^3]$	1,2
$v [\text{m}^3/\text{h}]$	1 603,68
$C_{\text{infiltración}}$	5%
$T_{\text{exterior máx}} [^\circ\text{C}]$	33,50
$T_{\text{interior}} [^\circ\text{C}]$	25,00
$Q_{\text{infiltración}} [\text{kcal/h}]$	196,29
$Q_{\text{infiltración}} [\text{W}]$	228,24

Cargas por radiación solar

La radiación solar incidente a través de los vidrios de la vivienda da lugar a un aumento de la temperatura interior y como consecuencia a una mayor necesidad de refrigeración para mantener la vivienda en condiciones de confort.

Del mismo modo al explicado con anterioridad, se realizan los cálculos para cada una de las fachadas, orientadas hacia cada uno de los puntos cardinales respectivamente.

Monthly Solar Irradiation
PVGIS Estimates of long-term monthly averages
 Location: 40°32'52" North, 3°55'22" West, Elevation: 685 m a.s.l.
 Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF
 Optimal inclination angle is: 35 degrees
 Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.1 %

Month	H_h	H_{opt}	$H(90)$	I_{opt}	T_{24h}	N_{DD}
Jan	1980	3360	3390	63	6.1	350
Feb	3100	4740	4290	56	7.5	283
Mar	4350	5550	4110	44	10.7	195
Apr	5480	5970	3400	28	12.5	143
May	6470	6280	2800	14	16.5	21
Jun	7630	7020	2570	7	22.3	2
Jul	7850	7400	2800	10	24.6	0
Aug	6830	7170	3570	23	24.2	1
Sep	5250	6410	4320	39	20.0	34
Oct	3450	4890	4110	52	15.3	147
Nov	2290	3750	3670	61	9.3	328
Dec	1820	3240	3390	65	6.4	368
Year	4720	5480	3530	35	14.6	1872

H_h : Irradiation on horizontal plane (Wh/m²/day)
 H_{opt} : Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m²/day)
 $H(90)$: Irradiation on plane at angle: 90 deg. (Wh/m²/day)
 I_{opt} : Optimal inclination (deg.)
 T_{24h} : 24 hour average of temperature (°C)
 N_{DD} : Number of heating degree-days (°C)

Fuente: Sistema de Información Geográfica fotovoltaica

Figura 24: Irradiación Solar Mensual

Para obtener los valores de la radiación media [W/m^2] y dado que los datos aportados por la *Figura 24* vienen expresados en [$\text{W h/m}^2/\text{día}$], habrá que multiplicar el valor de la irradiación por el número de días que tiene cada mes y por el número medio mensual de horas de sol, obtenido en la *Figura 25*.

Valores climatológicos normales. Madrid, Cuatro Vientos

Periodo: 1971-2000 - Altitud (m): 690
 Latitud: 40° 22' 32" N - Longitud: 3° 47' 10" O - Posición: Ver localización ▶

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	5.8	10.1	1.4	40	75	6	1	0	7	12	9	156
Febrero	7.5	12.4	2.7	36	69	6	1	0	3	6	6	168
Marzo	10.1	15.8	4.4	26	58	5	0	0	1	3	6	211
Abril	11.8	17.5	6.2	48	58	7	0	1	1	1	5	223
Mayo	15.8	21.8	9.8	54	55	8	0	4	0	0	4	270
Junio	21.0	27.7	14.2	28	47	4	0	4	0	0	7	293
Julio	24.9	32.1	17.6	17	40	2	0	3	0	0	16	346
Agosto	24.5	31.7	17.3	14	41	2	0	2	0	0	14	332
Septiembre	20.5	26.9	14.0	27	51	3	0	2	0	0	8	238
Octubre	14.6	19.9	9.2	48	65	6	0	1	1	0	6	205
Noviembre	9.5	14.1	4.9	54	73	7	0	0	4	3	6	163
Diciembre	6.7	10.6	2.7	58	78	7	1	0	6	8	6	127
Año	14.4	20.0	8.7	449	59	63	4	19	25	33	83	2733

Leyenda

T Temperatura media mensual/anual (°C)
 TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
 Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
 R Precipitación mensual/anual media (mm)
 H Humedad relativa media (%)
 DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
 DN Número medio mensual/anual de días de nieve
 DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
 DF Número medio mensual/anual de días de niebla
 DH Número medio mensual/anual de días de helada
 DD Número medio mensual/anual de días despejados
 I Número medio mensual/anual de horas de sol

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología

Figura 25: Número medio mensual de horas sol.

Tanto el coeficiente por orientación (C_1) como el coeficiente por sombreadamiento (C_3) son iguales a los calculados en el apartado anterior, sin embargo, el coeficiente por inclinación (C_2) tiene en este caso un valor de 1, esto es debido a que los datos obtenidos sobre la radiación solar media vienen expresados para una inclinación de 90° respecto a la horizontal y por tanto no es necesario corregir este valor con el coeficiente por inclinación.

$$Q_{\text{solar}}[\text{W}] = R_{\text{med}} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] \cdot S_{\text{vidrio}}[\text{m}^2] \cdot F_{\text{solar}} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3$$

$$Q_{\text{solar}}[\text{W}] = 321,48 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] \cdot 9,98[\text{m}^2] \cdot 0,71 \cdot 0,20 \cdot 1,00 \cdot 0,90$$

$$Q_{\text{solar}}[\text{W}] = 410,03 [\text{W}]$$

Tabla 36: Cálculo de potencia de refrigeración por radiación solar.

	Mayo			
	Fachada Norte	Fachada Sur	Fachada Este	Fachada Oeste
$S_{\text{vidrio}} [\text{m}^2]$	9,98	77,88	3,66	23,92
F_{solar}	0,71	0,71	0,71	0,71
C_1	0,20	0,65	0,40	0,40
C_2	1,00	1,00	1,00	1,00
C_3	0,90	0,90	0,90	0,90

R_{med} [W/m²]	321,48	321,48	321,48	321,48
Q_{solar} [W]	410,03	10 399,11	300,74	1 965,52
Q_{solar} [kcal/h]	352,63	8 943,23	258,64	1 690,35

Cargas por iluminación

Al igual que las cargas por radiación solar, la energía aportada por la iluminación supone un aumento de la temperatura interior y por tanto será una carga en lugar de una ganancia, al contrario que en el caso de cálculos de energía para calefacción, estas cargas son las producidas por el alumbrado existente, detallado en la Tabla 10, Tabla 11 y

Tabla 12.

Tanto el coeficiente de simultaneidad como la densidad de potencia eléctrica son iguales a las de la Tabla 27, quedando finalmente las siguientes cargas por iluminación.

$$Q_{\text{iluminación}}[\text{W}] = \rho_{\text{potencia}} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] \cdot S_{\text{habitable}}[\text{m}^2] \cdot C_{\text{reactancia}} \cdot C_{\text{simultaneidad}}$$

$$Q_{\text{iluminación}}[\text{W}] = 4,67 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] \cdot 167,90[\text{m}^2] \cdot 1,1 \cdot 0,20 =$$

$$Q_{\text{iluminación}}[\text{W}] = 172,48 [\text{W}]$$

Tabla 37: Cálculo de potencia de refrigeración por iluminación.

	Mayo		
	Planta Sótano	Planta Baja	Planta Primera
ρ_{potencia} [W/m²]	4,67	14,29	19,75
S_{habitable} [m²]	167,90	178,78	187,88
C_{reactancia}	1,1	1,1	1,1
C_{simultaneidad}	0,20	0,75	0,60
Q_{iluminación} [W]	172,48	2107,05	2448,60
Q_{iluminación} [kcal/h]	148,33	1812,06	2105,80

Cargas por ocupación

Las cargas por ocupación son generadas por el calor sensible que aportan las personas, por tanto también suponen un aporte de energía al medio y se consideran como una carga.

Considerando las mismas condiciones que con anterioridad en cuanto a número de personas que habitan la vivienda, carga sensible por persona y coeficiente de simultaneidad, se obtienen los siguientes valores para la potencia de refrigeración por ocupación.

$$Q_{\text{ocupación}}[\text{W}] = N^{\circ} \text{ personas} \cdot \frac{\text{Carga sensible}}{\text{por persona}} \left[\frac{\text{W}}{\text{persona}} \right] \cdot C_{\text{simultaneidad}}$$

$$Q_{\text{ocupación}}[\text{W}] = 6 [\text{personas}] \cdot 60 \left[\frac{\text{W}}{\text{persona}} \right] \cdot 0,7$$

$$Q_{\text{ocupación}}[\text{W}] = 252,00 [\text{W}]$$

Tabla 38: Cálculo de potencia de refrigeración por ocupación.

	Mayo
n° personas	6
Carga sensible [W/pers]	60
C simultaneidad	0,7
Q ocupación [W]	252,00
Q ocupación [kcal/h]	216,72

Cargas internas

De forma semejante a las cargas por iluminación, la energía aportada por las cargas internas suponen un aumento de la temperatura interior y por tanto una carga térmica, estas cargas son las producidas por los equipos eléctricos que se encuentran en la vivienda y que vienen detallados en la Tabla 13.

Tanto la densidad de potencia eléctrica originada por los equipos como el coeficiente de simultaneidad son iguales a los calculados con anterioridad en el apartado 3.2.2.

$$Q_{\text{internas}}[\text{W}] = \rho_{\text{potencia}} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] \cdot S_{\text{habitable}}[\text{m}^2] \cdot C_{\text{simultaneidad}}$$

$$Q_{\text{internas}}[\text{W}] = 22,49 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] \cdot 534,56[\text{m}^2] \cdot 0,50$$

$$Q_{\text{internas}}[\text{W}] = 6\,010,00 [\text{W}]$$

Tabla 39: Cálculo de potencia de refrigeración por cargas internas.

	Mayo
ρ_{potencia} [W/m²]	22,49
S habitable [m²]	534,56
C simultaneidad	0,50
Q internas [W]	6010,00
Q internas [kcal/h]	5168,60

Cargas latentes

Las cargas latentes a considerar son las causadas por la ocupación por personas de la vivienda. Estas cargas latentes por ocupación están determinadas por el número de personas que habitan en la vivienda, la carga latente que aporta cada una de ellas y por un coeficiente de simultaneidad que determina el número de personas que se suelen encontrar al mismo tiempo en el interior de la vivienda.

Un valor aproximado para la carga latente por persona se obtiene de la Figura 14.

$$Q_{\text{lat ocup}}[\text{W}] = N^{\circ} \text{ personas} \cdot \text{Carga latente por persona} \left[\frac{\text{W}}{\text{persona}} \right] \cdot C_{\text{simultaneidad}}$$

$$Q_{\text{lat ocup}}[\text{W}] = 6[\text{personas}] \cdot 30 \left[\frac{\text{W}}{\text{persona}} \right] \cdot 0,7$$

$$Q_{\text{lat ocup}}[\text{W}] = 126,00 [\text{W}]$$

Tabla 40: Cálculo de potencia de refrigeración por cargas latentes por ocupación.

	Mayo
nº personas	6
Carga sensible [W/pers]	30
Carga latente [W/pers]	30
Q_{lat, ocupación} [W]	126,00
Q_{lat, ocupación} [kcal/h]	108,36

Potencia total

La potencia total de refrigeración será la suma de todas potencias anteriores.

El signo positivo, por el convenio de signos, indica que es un aporte de calor lo que se produce y por tanto esto nos dará la potencia máxima a lo largo de todo el año que vamos a demandar de refrigeración para poder disipar dicha potencia.

Tabla 41: Potencia de calefacción total por refrigeración.

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Pot. Refrigeración [kW]	31,95	34,32	32,18	35,26	40,93
Ratio [W/m²]	59,76	64,20	60,19	65,96	76,56

Para la posterior elección de la bomba de calor nos basaremos en el mes más desfavorable, en este caso Septiembre en que la potencia máxima de refrigeración necesaria será de 40,93 kW.

Dividiendo la potencia de refrigeración por la superficie total habitable de la vivienda obtenemos un ratio en W/m^2 que nos muestra cuanta potencia se requiere en cada uno de los meses del año y por superficie de la vivienda.

3.3.2 CÁLCULO DE ENERGÍA

Con el cálculo de energía se determinan los consumos de refrigeración por hora, este cálculo se realiza de manera más detallada que el cálculo de potencias de refrigeración realizado en el apartado anterior, ya que para este no solo se tiene en cuenta el caso más desfavorable sino que también hay que considerar el resto de cargas térmicas que influyen en la vivienda unifamiliar, tanto las que suponen pérdidas como las que son ganancias.

De forma similar a la realizada en el apartado 3.2.2, los cálculos se realizan de una manera pormenorizada, teniendo en cuenta las veinticuatro horas del día, ya que las cargas térmicas varían en gran medida en función de la hora del día.

Ya que estamos con los cálculos de cargas por refrigeración, los cálculos se realizan para los meses en los que, por norma general, se demanda un consumo de refrigeración, esto abarca desde mayo a septiembre ambos inclusive.

Los cálculos de energía se realizan en Wh o en su defecto en kcal.

Para no sobrecargar la memoria con tablas de cálculos se pondrá a continuación únicamente los cálculos realizados para el mes de Mayo, añadiendo en el Anexo A: Cálculo de cargas térmicas del presente informe los cálculos realizados para los meses restantes del año.

Según lo expresado en la Tabla 16 se realizarán los cálculos para una temperatura interior de $25^{\circ}C$. La temperatura exterior a lo largo de un día se aproxima a una distribución normal o distribución de Gauss en la que la temperatura máxima se da a las 14 horas y la mínima a las 2, como se explicó con detalle en el apartado 3.2.2.

Sin embargo, a diferencia de lo expresado con anterioridad, la aproximación a la campana de Gauss se hará para que el máximo de esta campana coincida con la temperatura máxima del mes en el que se esté calculando, y la temperatura promedio de dicho mes se dé en la parte

inferior de la curva, de este modo se tiene un intervalo de temperaturas que oscila entre las temperaturas máxima y promedio.

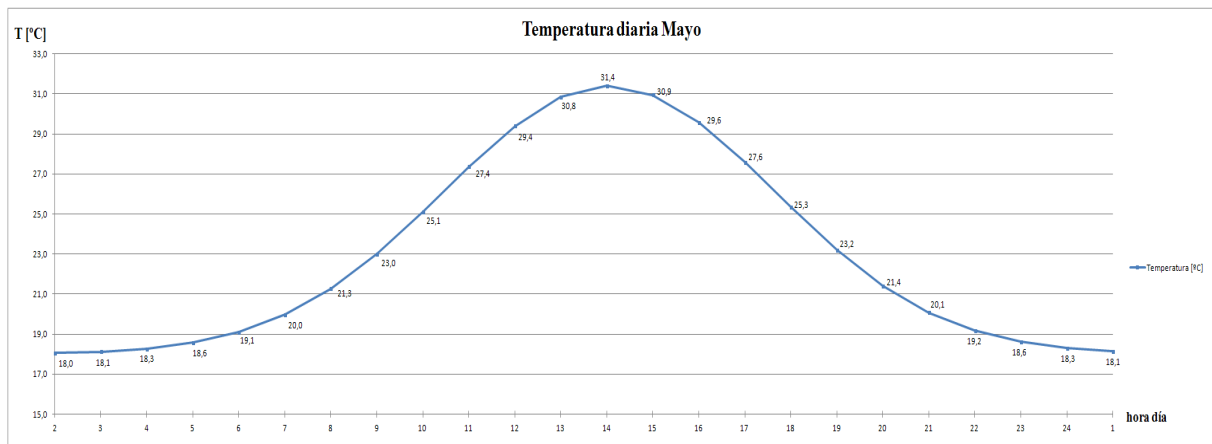


Figura 26: Distribución normal de temperaturas Mayo.

Cargas por transmisión

Para el cálculo de energía por transmisión, al igual que anteriormente, se consideran los cerramientos, cubierta, vidrios y contactos con el terreno.

Así mismo, hay que considerar la transmitancia térmica de cada elemento (U en $W/m^2\text{°C}$), la superficie de los mismos, para la temperatura exterior se considera las temperaturas obtenidas mediante la distribución normal de temperaturas para cada mes y como temperatura interior y según lo expresado en la Tabla 16 se realizarán los cálculos para 25°C .

En la siguiente tabla se muestran los cálculos de energía por transmisión en los cerramientos, quedando los cálculos por transmisión en la cubierta, vidrios y contacto con el terreno adjuntos en el Anexo A: Cálculo de cargas térmicas.

Tabla 42: Cálculo energía refrigeración por transmisión en cerramientos, Mayo.

Cerramientos												
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$T_{\text{exterior}} [^{\circ}\text{C}]$	21,3	23,0	25,1	27,4	29,4	30,8	31,4	30,9	29,6	27,6	25,3	23,2
$T_{\text{interior}} [^{\circ}\text{C}]$	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{transmisión}} [W h]$	-41.837,76	-22.288,99	1.314,71	26.436,04	49.234,46	65.450,73	71.687,24	66.565,04	51.219,53	28.891,30	3.813,65	-20.081,60
$Q_{\text{transmisión}} [kcal]$	-35.980,48	-19.168,53	1.130,65	22.735,00	42.341,63	56.287,63	61.651,02	57.245,94	44.048,79	24.846,51	3.279,74	-17.270,17

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior}} [^{\circ}\text{C}]$	21,4	20,1	19,2	18,6	18,3	18,1	18,0	18,1	18,3	18,6	19,1	20,0
$T_{\text{interior}} [^{\circ}\text{C}]$	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{transmisión}} [W h]$	-40.104,90	-55.122,12	-65.302,86	-71.580,19	-75.114,83	-76.937,57	-77.853,91	-77.057,22	-75.359,37	-72.038,25	-66.087,35	-56.346,48
$Q_{\text{transmisión}} [kcal]$	-34.490,21	-47.405,02	-56.160,46	-61.558,96	-64.598,75	-66.166,31	-66.954,36	-66.269,21	-64.809,06	-61.952,89	-56.835,13	-48.457,97

Se observan valores tanto positivos como negativos, esto es debido a que cuando la temperatura exterior es inferior que la interior se cede calor desde el interior de la vivienda al exterior y ya que estamos con los cálculos de energía para refrigeración, esto supondrá una ganancia térmica, sin embargo, cuando la temperatura exterior es superior a la interior se produce el efecto contrario y en ese caso se trata de una carga térmica.

Cargas por infiltración

De forma similar a la usada para el cálculo de potencia por infiltración se considera un caudal de infiltración constante para cada hora del día, el calor específico y la densidad del aire son datos conocidos y la temperatura exterior determinada mediante la distribución normal de temperaturas.

Tabla 43: Cálculo energía refrigeración por infiltración, Mayo.

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$T_{\text{exterior}} [^{\circ}\text{C}]$	21,3	23,0	25,1	27,4	29,4	30,8	31,4	30,9	29,6	27,6	25,3	23,2
$T_{\text{interior}} [^{\circ}\text{C}]$	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}} [\text{kcal}]$	-2.673,92	-1.424,53	84,03	1.689,57	3.146,66	4.183,06	4.581,65	4.254,28	3.273,52	1.846,49	243,74	-1.283,45
$Q_{\text{infiltración}} [\text{W h}]$	-3.109,21	-1.656,43	97,70	1.964,62	3.658,90	4.864,03	5.327,50	4.946,84	3.806,42	2.147,08	283,41	-1.492,38

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior min}} [^{\circ}\text{C}]$	21,4	20,1	19,2	18,6	18,3	18,1	18,0	18,1	18,3	18,6	19,1	20,0
$T_{\text{interior}} [^{\circ}\text{C}]$	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}} [\text{kcal}]$	-2.563,17	-3.522,95	-4.173,61	-4.574,81	-4.800,71	-4.917,21	-4.975,77	-4.924,85	-4.816,34	-4.604,08	-4.223,75	-3.601,20
$Q_{\text{infiltración}} [\text{W h}]$	-2.980,43	-4.096,45	-4.853,04	-5.319,54	-5.582,22	-5.717,68	-5.785,78	-5.726,57	-5.600,40	-5.353,59	-4.911,34	-4.187,44

Cargas por radiación solar

La energía aportada por la radiación solar supone un aumento de la temperatura interior y por tanto será una carga en lugar de una ganancia, es decir, supondrá un aumento del consumo de refrigeración para climatizar la vivienda en los meses calurosos.

Al igual que en la parte de cargas por radiación solar en el apartado 3.2.2, habrá que realizar los cálculos de la radiación solar incidente sobre los vidrios en función de la orientación de las fachadas, habiendo cuatro y orientadas según los cuatro puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste).

Así mismo como se detalla en el apartado anterior mencionado, la energía solar aportada dependerá de la radiación media incidente sobre los vidrios, de la superficie de los mismos, del factor solar del vidrio, del coeficiente por orientación, del coeficiente por inclinación y del coeficiente por sombreado.

Tanto los valores de la superficie y factor solar de los vidrios, como el valor de los coeficientes por orientación y sombreamiento son iguales a los obtenidos en los cálculos de energía de calefacción por radiación solar. Sin embargo, el coeficiente por inclinación y la radiación media incidente vendrán determinados en función del mes del año en el que se realicen los cálculos.

Tabla 44: Cálculo de energía refrigeración por radiación solar en fachada norte, Mayo.

Fachada Norte												
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$R_{\text{med}} [\text{W/m}^2]$	157	254	327	371	383	363	311	231	131	56	35	8
$Q_{\text{solar}} [\text{W h}]$	2.172,66	3.515,00	4.525,21	5.134,11	5.300,17	5.023,40	4.303,79	3.196,71	1.812,85	774,96	484,35	110,71
$Q_{\text{solar}} [\text{kcal}]$	1.868,48	3.022,90	3.891,68	4.415,33	4.558,15	4.320,12	3.701,26	2.749,17	1.559,05	666,47	416,54	95,21

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$R_{\text{med}} [\text{W/m}^2]$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	41	60
$Q_{\text{solar}} [\text{W h}]$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	207,58	567,38	830,31
$Q_{\text{solar}} [\text{kcal}]$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	178,52	487,95	714,07

Cargas por iluminación

Al igual que en el cálculo de energía de calefacción por iluminación, la energía de refrigeración por iluminación dependerá de la densidad de potencia eléctrica, de la superficie habitable, del coeficiente de reactancia y del coeficiente de simultaneidad, todos calculados con anterioridad en dicho apartado, por tanto, para el mes de mayo, el cálculo de energía por refrigeración necesario para la planta baja será el que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 45: Cálculo energía refrigeración por iluminación en planta baja, Mayo.

Planta Baja												
	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{\text{iluminación}} [\text{W h}]$	65.318,55	65.318,55	0,00	0,00	0,00	0,00	65.318,55	65.318,55	65.318,55	65.318,55	65.318,55	65.318,55
$Q_{\text{iluminación}} [\text{kcal}]$	56.173,95	56.173,95	0,00	0,00	0,00	0,00	56.173,95	56.173,95	56.173,95	56.173,95	56.173,95	56.173,95

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{\text{iluminación}} [\text{W h}]$	65.318,55	65.318,55	65.318,55	65.318,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65.318,55	65.318,55
$Q_{\text{iluminación}} [\text{kcal}]$	56.173,95	56.173,95	56.173,95	56.173,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56.173,95	56.173,95

Los indicadores que se observan encima de cada una de las horas muestran el funcionamiento (el valor 1) o no funcionamiento (valor 0) de la iluminación, donde se puede observar que en las horas de nula actividad en la vivienda el valor de la energía de refrigeración por iluminación es cero debido a la no necesidad del empleo de las luminarias.

Cargas por ocupación

En el caso de refrigeración con el que nos encontramos ahora, la energía originada por ocupación supone un aporte de energía al medio y se consideran como una carga.

Estas cargas por ocupación dependen del número de personas que se encuentran en la vivienda, de la carga sensible que aportan las personas y de un coeficiente de simultaneidad. Dichos valores son iguales a los calculados en el apartado 3.2.2.

Al igual que para el cálculo de cargas por iluminación se han introducido unos marcadores que indican el funcionamiento o no de las luminarias, para el cálculo por ocupación también se introducen, suprimiendo así el aporte energético de las personas en una franja horaria en la que la casa se encuentra vacía.

Tabla 46: Cálculo energía refrigeración por ocupación, Mayo.

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{\text{ocupación}} [\text{W h}]$	7.812,00	7.812,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00
$Q_{\text{ocupación}} [\text{kcal}]$	6.718,32	6.718,32	0,00	0,00	0,00	0,00	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32

	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{\text{ocupación}} [\text{W h}]$	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00	7.812,00
$Q_{\text{ocupación}} [\text{kcal}]$	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32	6.718,32

Cargas internas

De forma semejante a las cargas por iluminación, la energía aportada por las cargas internas suponen un aumento de la temperatura interior y por tanto una carga térmica, estas cargas son las producidas por los equipos eléctricos.

Como se detalló en el apartado 3.2.2, la energía aportada por las cargas internas dependerá de la densidad de potencia eléctrica en la vivienda, de la superficie total habitable de la misma y de un coeficiente de simultaneidad.

Al igual que en los casos anteriores, los marcadores que tienen un valor nulo indican la ausencia de actividad y funcionamiento de los equipos eléctricos.

Tabla 47: Cálculo energía refrigeración por cargas internas, Mayo.

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Q _{internas} [Wh]	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00
Q _{internas} [kcal]	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Q _{internas} [Wh]	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00
Q _{internas} [kcal]	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60

Cargas latentes

Las cargas latentes a considerar son las causadas por la ocupación por personas de la vivienda. Al igual que las cargas por ocupación, calculadas con anterioridad, se basaban en el calor sensible que aportan las personas al ambiente, las cargas latentes se basan, de manera similar, en el calor latente que aportan las mismas personas al medio.

Estas cargas latentes por ocupación están determinadas por el número de personas que habitan en la vivienda, la carga latente que aporta cada una de ellas y por un coeficiente de simultaneidad.

Un valor aproximado para la carga latente por persona se obtiene de la Figura 14.

Tabla 48: Cálculo energía refrigeración por cargas latentes, Mayo.

Cargas latentes por ocupación												
	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Q _{lat, ocupación} [Wh]	3.906,00	3.906,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00
Q _{lat, ocupación} [kcal]	3.359,16	3.359,16	0,00	0,00	0,00	0,00	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16

	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Q _{lat, ocupación} [Wh]	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00
Q _{lat, ocupación} [kcal]	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16

Energía total

La energía total de refrigeración será la suma de todas las energías anteriores.

El signo positivo, por el convenio de signos, indica que es una pérdida de calor lo que se necesita, es decir, un aporte de frío, sin embargo el signo negativo supondrá una disminución térmica, es decir, reducirá el consumo total de energía.

Dividiendo la energía de refrigeración por la superficie total habitable de la vivienda se tiene un ratio en Wh/m² que muestra cuanta energía es necesaria para el mes de mayo y por superficie de la vivienda.

Tabla 49: Energía total por refrigeración, Mayo.

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía Calefac [Wh]	304.338,17	396.503,89	147.623,06	230.470,71	293.331,61	325.451,33	658.945,03	610.708,03	527.831,54	438.356,26	365.768,71	293.518,92
Energía Calefac [kWh]	304,34	396,50	147,62	230,47	293,33	325,45	658,95	610,71	527,83	438,36	365,77	293,52
Ratio [Wh/m ²]	569,32	741,74	276,16	431,14	548,73	608,82	1.232,69	1.142,45	987,41	820,03	684,24	549,09

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía Calefac [Wh]	239.430,29	201.512,23	175.806,14	159.956,07	-181.850,83	-186.453,20	-188.766,93	-186.755,30	-182.468,29	-167.463,12	191.918,41	224.898,46
Energía Calefac [kWh]	239,43	201,51	175,81	159,96	-181,85	-186,45	-188,77	-186,76	-182,47	-167,46	191,92	224,90
Ratio [Wh/m ²]	447,90	376,97	328,88	299,23	-340,19	-348,80	-353,13	-349,36	-341,34	-313,27	359,02	420,72

Energía Total [kWh/mes]	4.692,61
-------------------------	----------

Los cálculos realizados en este apartado son los correspondientes al mes de mayo, el resto de los meses en los que se requiere refrigeración y por tanto hay una demanda de energía, se adjuntan en el Anexo A: Cálculo de cargas térmicas.

En la siguiente tabla se representan las energías totales, en valor absoluto, para todos los meses citados.

Tabla 50: Energía total por refrigeración.

Mes	Energía total [kWh]
Mayo	4 692,61
Junio	6 873,07
Julio	8 621,42
Agosto	9 715,32
Septiembre	8 114,25

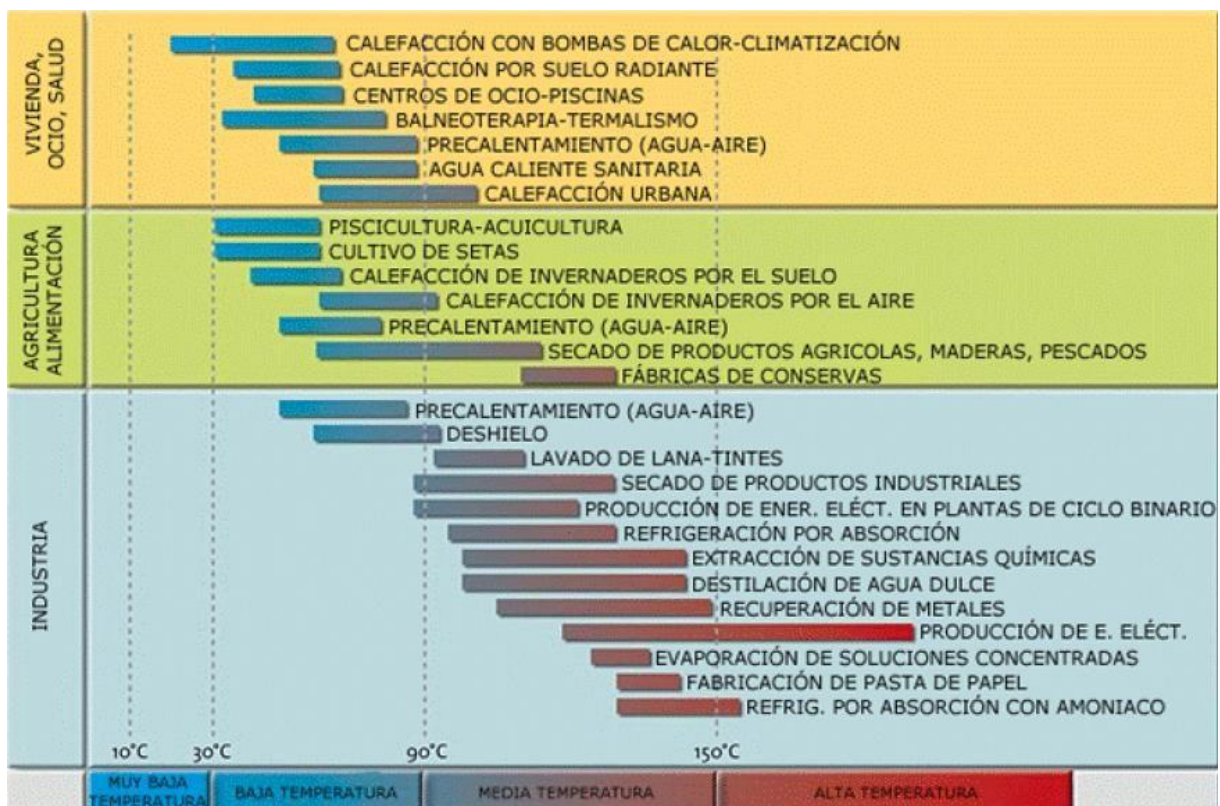
4 Energía Geotérmica

La energía geotérmica se define como aquella energía que es almacenada en forma de calor por debajo de la superficie sólida de la tierra, esto engloba el calor almacenado en rocas, suelos y aguas subterráneas, cualquiera que sea su temperatura, profundidad y procedencia.

No obstante, este calor contenido en las rocas no se puede extraer de forma directa, sino que precisará de un fluido, generalmente agua, que permita transportar de forma concentrada, el calor hacia la superficie mediante el uso de intercambiadores, sondas geotérmicas, o colectores horizontales entre otros.

En función del contenido en calor del que dispone el fluido, o lo que es lo mismo, de su entalpía, se destinará a la producción eléctrica o se aprovechará su calor directamente en sistemas de calefacción-refrigeración, agricultura, procesos industriales, balnearios, etc.

En función de los diferentes rangos de temperaturas se distinguen cuatro grandes tipos en el uso de la energía geotérmica como se muestra en la *Figura 27*.



Fuente: Site Geothermie-Perspectives de l'ADEME et du BRGM

Figura 27: Principales usos de la energía geotérmica en función de la temperatura

Mediante esta clasificación en función del rango de temperaturas se establecen los cuatro tipos de energía geotérmica:

- **Alta temperatura, más de 150 °C**

El principal uso es la generación eléctrica.

- **Media temperatura, entre 90 °C y 150 °C**

Se puede emplear en la generación de energía eléctrica mediante el uso de un fluido de intercambio, uso térmico, piscifactorías y diversos procesos industriales.

- **Baja temperatura, entre 30 °C y 90 °C**

El reducido contenido en calor impide la generación de energía eléctrica, pero es adecuada para la climatización de edificios, balnearios, piscifactorías, procesos industriales y su aprovechamiento energético mediante intercambiadores o bombas de calor.

- **Muy baja temperatura, menos de 30 °C**

Es utilizada para calefacción y climatización, necesitando emplear bombas de calor.

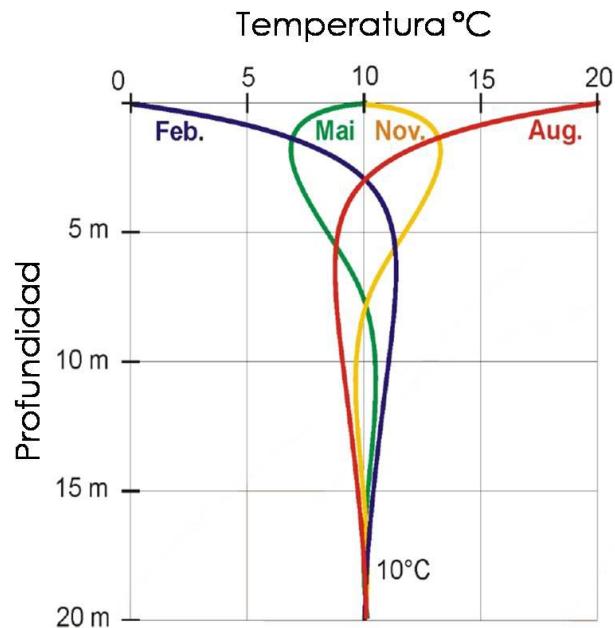
4.1 Geotermia de muy baja temperatura

El presente proyecto se encuadra dentro del grupo de los denominados aprovechamientos geotérmicos de muy baja temperatura, que corresponden a los recursos situados a bajas profundidades y que poseen una temperatura inferior a 30 °C.

La superficie del suelo intercambia calor con la atmósfera y sufre unas variaciones diarias de temperaturas, debidas al calor recibido del sol, hasta una profundidad de 0,5 m.

A partir de los 10 m de profundidad, las variaciones estacionales de temperatura dejan de ser perceptibles y el subsuelo es capaz de almacenar el calor que recibe y mantenerlo durante distintas estaciones.

A partir de los 15 m de profundidad se considera que el terreno está a una temperatura constante durante todo el año, cuyo valor depende del clima, de la vegetación y de las propiedades del suelo, pero tiene un valor ligeramente superior a la temperatura media anual de la superficie.



Fuente: Girod Geotermia

Figura 28: Temperaturas en el subsuelo en distintas épocas del año

4.2 Sistemas de captación de la energía geotérmica

El principal objetivo de los captadores es proporcionar el foco frío o caliente, en función de la estación del año, para las bombas de calor geotérmicas, cuya finalidad se reduce a la climatización de viviendas o locales con afluencia de público.

En función de las necesidades se precisarán una o varias bombas de calor geotérmicas, para lo cual se precisará una cantidad de tuberías de polietileno, denominadas colectores horizontales, determinada.

Existen diversos métodos para el aprovechamiento del calor del subsuelo, donde los más extendidos son:

- Captación en circuito abierto mediante el aprovechamiento de aguas subterráneas
- Captación en circuito cerrado mediante un intercambiador enterrado para el aprovechamiento geotérmico, en el que se distinguen varias disposiciones de dichos intercambiadores.

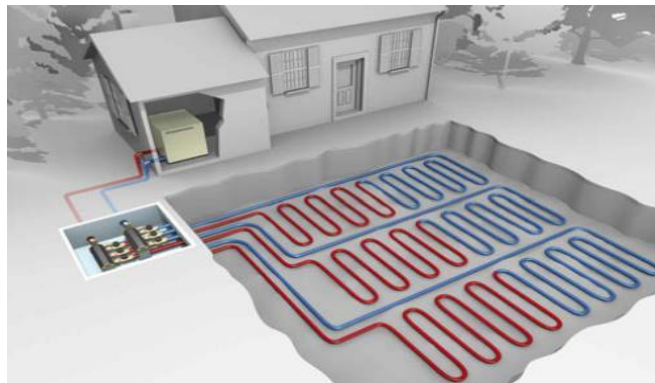
En función de la accesibilidad del recurso geotérmico y de la superficie disponible se distinguen principalmente dos tipos de captadores en circuito cerrado, estos son, captadores horizontales y sondas geotérmicas.

4.2.1 CAPTADORES HORIZONTALES

La instalación de captadores horizontales no requiere de una gran profundidad pero si de una gran superficie, por ello, es evidente una serie de limitaciones que impone este tipo de instalación.

Entre las principales desventajas que supone este tipo de captadores está la utilización de una gran superficie de terreno que así mismo supone una posterior restricción en el empleo de dicha superficie, ya que no se admitirá ninguna planta de raíces profundas y supondrá un impedimento para aquellos servicios que deban atravesar el subsuelo, como desagües, redes telefónicas, etc.

Sin embargo, este tipo de disposición supone unas ventajas que hay que considerar, ya que su coste es bajo, pues la excavación no supondría ni el 15% de la inversión total, por otro lado, no requiere permisos ni autorizaciones especiales, aparte del permiso de obra y el mantenimiento de la red de captadores es, prácticamente, nulo.



Fuente: Argadi Ingenieros

Figura 29: Disposición captadores horizontales de geotermia

Una aplicación más compacta en la instalación de captadores horizontales es la distribución en espirales, la cual permite tener una mayor capacidad para el intercambio térmico.



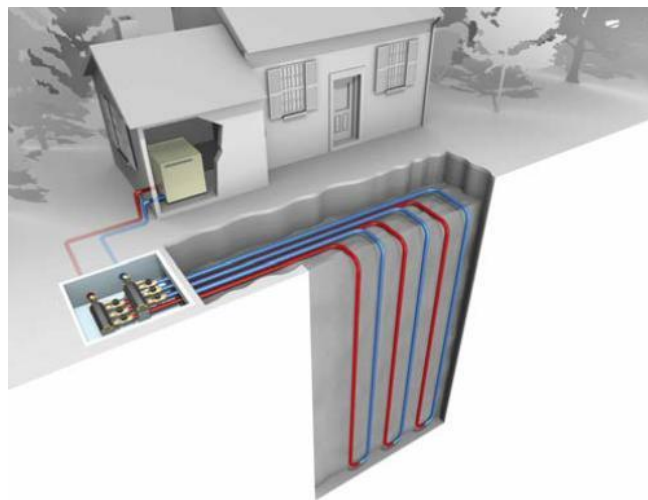
Fuente: Earth Smart Energy

Figura 30: Disposición captadores espirales de geotermia

4.2.2 CAPTADORES VERTICALES

Comúnmente denominados, sondas geotérmicas, son aquellos captadores cuya disposición es vertical. La instalación de dichos captadores no requiere de una gran superficie, pero si de una gran profundidad.

Sin embargo, la realización de este tipo de sondeos tiene unos inconvenientes que hay que considerar, como es el elevado coste que tiene tanto la adquisición o alquiler de la maquinaria necesaria como la perforación del terreno, por otro lado, este tipo de obras requiere unas autorizaciones especiales.



Fuente: Argadi Ingenieros

Figura 31: Disposición captadores verticales de geotermia.

Una máquina de perforación convencional puede realizar un sondeo en un espacio reducido, el entubado de los sondeos será necesario en los primeros metros del mismo para garantizar su estabilidad, ya que se trata de la zona más alterada e inestable. La profundidad de los sondeos oscila alrededor de los 15 m de profundidad, ya que según lo explicado con anterioridad, a esa profundidad la temperatura permanece constante durante todo el año.

Una vez terminada la perforación se introducen los tubos captadores dentro del sondeo, es conveniente que estos tubos se introduzcan rellenos de agua creando así una presión que contrarreste la presión existente en el fondo del sondeo. Para facilitar la introducción de los tubos en el interior del sondeo se pone un contrapeso en la parte inferior de los tubos, como se muestra en la *Figura 32*.

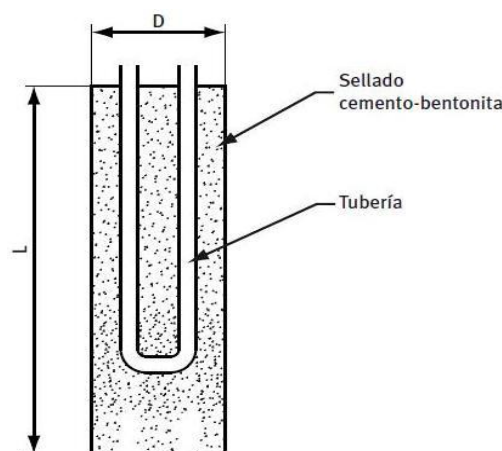


Fuente: Elaboración propia, Eñeres

Figura 32: Contrapeso en los tubos para el sondeo

Tras la introducción de los tubos en el interior del sondeo se procede al rellenado del hueco existente entre los tubos y la pared interior del sondeo con un material que permita una fluida transmisión de calor a los tubos captadores y para aislar la perforación de una posible circulación de agua que hubiera en el terreno, este material puede ser bentonita.

Los tubos captadores ocupan el interior del sondeo formando pares de tubos en “U”, cuyas salidas se conectan al circuito primario de la bomba de calor geotérmicas, poniendo en ocasiones dos pares de tubos en “U” en un mismo sondeo. En la *Figura 33* se observa una sección de un captador vertical.



Fuente: IDAE

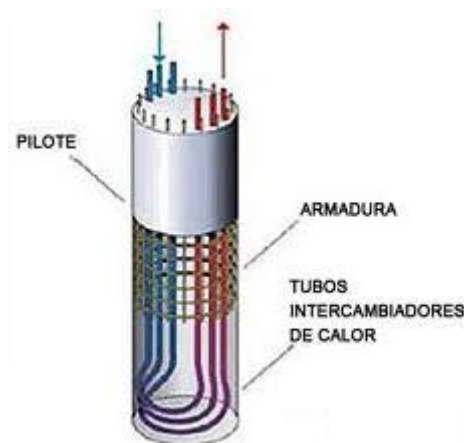
Figura 33: Ejemplo sección de captador vertical

Los captadores verticales presentan mejores niveles de conductividad térmica, por lo que la longitud del tubo captador es menor que en los captadores horizontales para una misma demanda energética.

Una aplicación que se asemeja a la instalación de los captadores verticales es la cimentación geotérmica, esto consiste en convertir la estructura de cimentación de un edificio en un conjunto de sondas geotérmicas, en las que cada pilote del edificio se corresponderá con una de dichas sondas.

El aprovechamiento geotérmico consiste en dotar a los sistemas de cimentación de una red de intercambiadores, como se aprecia en la *Figura 34*.

Los tubos siguen siendo del mismo material que los mencionados anteriormente y estos están sujetos a la armadura metálica de cada uno de los pilotes. A este tipo de pilotes se les denominan pilotes termoactivos.



Fuente: Green Barcelona

Figura 34: Pilote termoactivo

Tanto en los captadores horizontales como en los captadores verticales, el fluido que transmite el calor del terreno a la bomba de calor es el agua, sin embargo y debido a las condiciones climáticas a las que se puede llegar en invierno, hay situaciones en las que conviene añadir un anticongelante al fluido, dicho anticongelante suele ser glicol, lo que permite trabajar en condiciones más adversas sin tener problemas por congelación de componentes en la instalación.

La Tabla 51 muestra una comparativa entre el sistema de captadores verticales frente a los captadores horizontales.

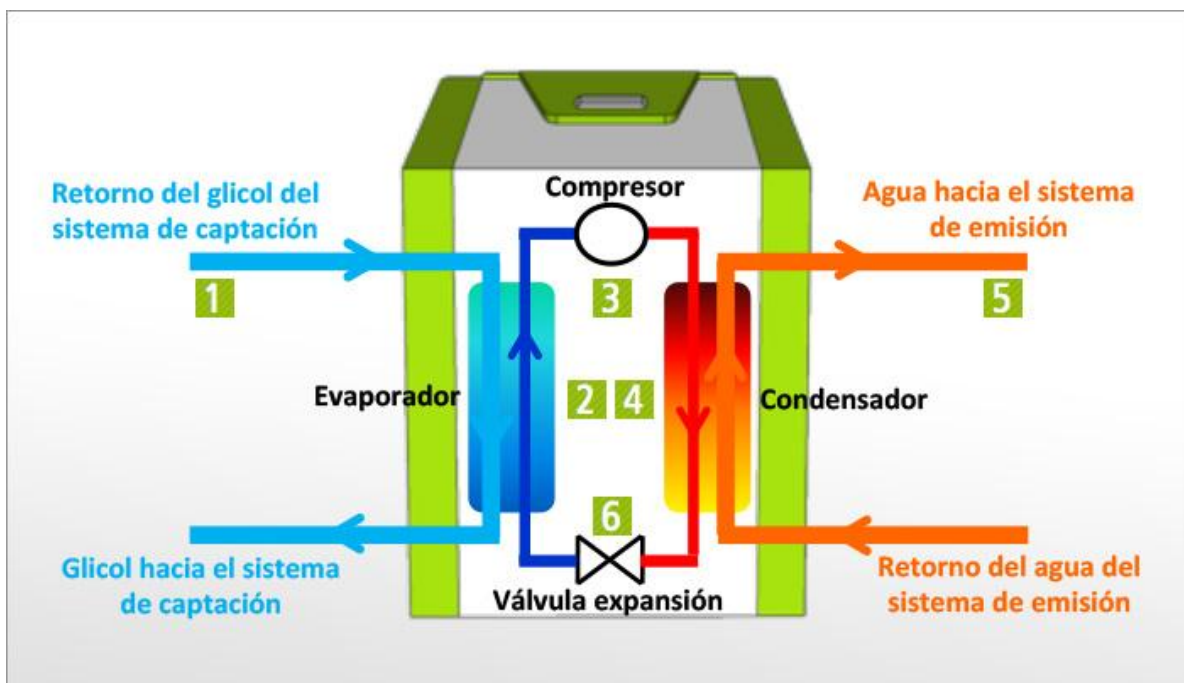
Tabla 51: Comparación entre captadores geotérmicos verticales y horizontales. Fuente: [Atecos]

	Captador Vertical	Captador Horizontal
Temperatura del suelo	Constante en el año	Varía ligeramente en el año
Requerimiento de terreno	Mínimo	Alto
Uso del terreno	Libre	Limitado
Transmisión de la energía	Muy buena	Buena
Consumo de energía	Muy bajo	Bajo
Relación de cálculo	1/0,75 a 1 (m ² suelo radiante/ m perforado)	1/1,5 a 2 (m ² suelo radiante/ m ² terreno)
Costes de instalación	Mayor	Menor (aprox. 50% del captador vertical)

4.3 Bomba de calor geotérmica

Una bomba de calor es un aparato cuyo funcionamiento se basa en la termodinámica, es decir, consiste en el traspaso de energía en forma de calor de un ambiente a otro. Este proceso tiene lugar a través del cambio de estado de gas a líquido y viceversa, de un fluido refrigerante.

Las bombas de calor son empleadas en equipos de climatización tanto para aportar calor o calentar agua sanitaria como para aportar frío, funcionando con un ciclo inverso.



Fuente: Ecoforest

Figura 35: Funcionamiento de una bomba de calor.

Como se observa en la *Figura 35*, los principales componentes de una bomba de calor son:

- Compresor: Comprime el fluido refrigerante y requiere de electricidad para su funcionamiento, por ello supone la mayor parte del consumo de energía eléctrica.
- Condensador: Es un intercambiador de calor a través del cual el fluido refrigerante en forma de vapor cede toda su energía al agua del sistema de emisión, a medida que va cediendo la energía condensa y vuelve a estado líquido.
- Válvula de expansión: Debido a su cambio de sección supone una reducción de presión y un descenso de la temperatura del fluido refrigerante.
- Evaporador: Es otro intercambiador de calor en el que el fluido refrigerante en estado líquido absorbe el calor del sistema de captación, pasando así a estado vapor.

En cuanto al funcionamiento de la bomba de calor en invierno, se hace circular mediante una bomba la mezcla de agua con glicol procedente de las sondas geotérmicas, en las cuales, debido a la diferencia entre la temperatura del terreno y la del fluido se genera una transferencia de energía en forma de calor del terreno al fluido.

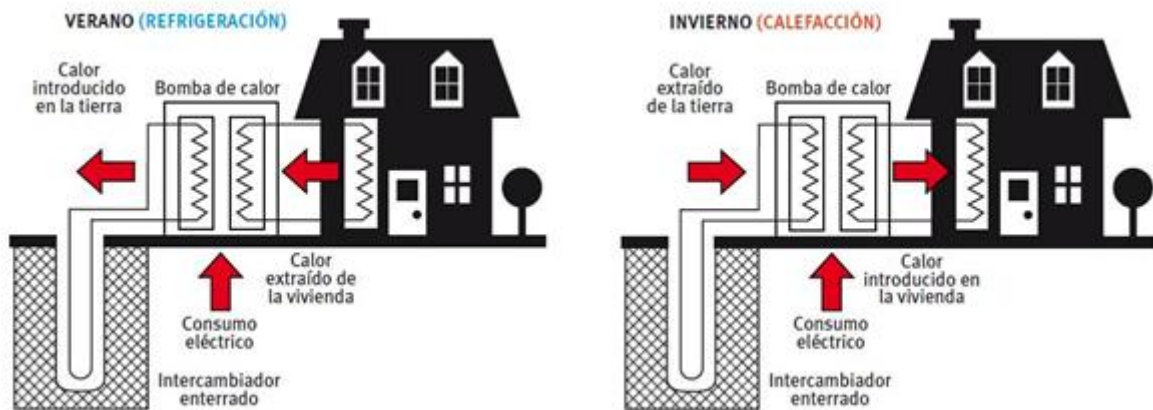
Una vez en el evaporador de la bomba de calor, el agua con glicol cede la energía captada del terreno al refrigerante que circula por el circuito frigorífico, provocando que dicho refrigerante pase a estado vapor.

El refrigerante en forma de vapor es aspirado por el compresor que aumenta su presión y por tanto también su temperatura.

A continuación, este refrigerante a elevada presión y temperatura pasa al condensador, donde se enfría y condensa cediendo calor al agua del sistema de emisión, esta agua caliente se distribuye a través de todo el sistema (suelo radiante) calentando así nuestra vivienda.

Finalmente, el refrigerante condensado se introduce en la válvula de expansión, que disminuye su presión y temperatura de forma que vuelve a estar en las mismas condiciones iniciales para absorber de nuevo el calor en el evaporador e iniciándose de ese modo un nuevo ciclo.

En función de la estación del año y de las necesidades de la vivienda, la bomba de calor geotérmica funciona en un sentido o en el inverso, aportando así calor o frío en función de las necesidades, como se puede apreciar en la *Figura 36*.



Fuente: IDAE

Figura 36: Esquema de funcionamiento de la bomba de calor geotérmica según estaciones

El rendimiento de la bomba de calor viene determinado por el valor del COP (*Coefficient of Performance*). Este coeficiente da una relación entre la potencia calorífica suministrada y la potencia eléctrica consumida principalmente por el compresor.

Estos valores, superiores a la unidad, se deben a que la bomba de calor lo que hace es traspasar el calor mediante el uso de energía, en lugar de producir ese calor con energía como sería el caso de las resistencias eléctricas.

El valor del COP oscila entre 4 y 6 en función del tipo de bomba, las condiciones de funcionamiento y la diferencia de temperaturas entre los dos focos siendo el valor del coeficiente más pequeño y por tanto con un menor rendimiento cuando la diferencia de temperaturas es elevada.

Una forma analítica de expresar este coeficiente es la siguiente:

$$COP = \frac{kW_{\text{térmicos}}}{kW_{\text{eléctricos}}}$$

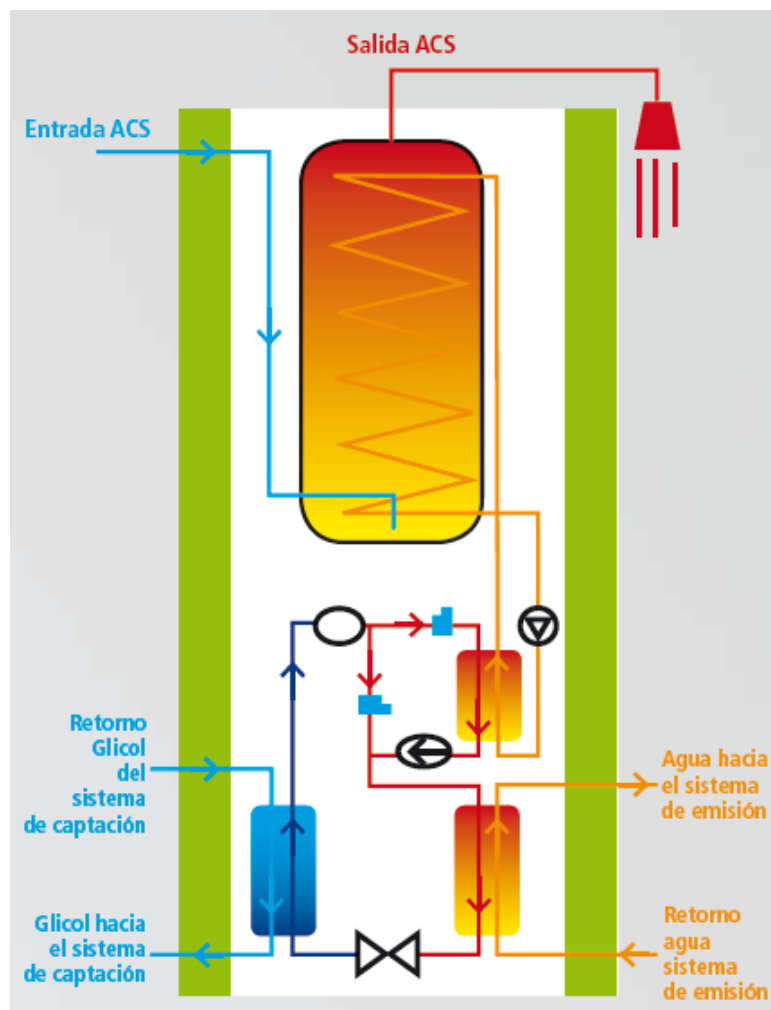
donde,

- **kW térmicos** : Potencia calorífica aportada
- **kW eléctricos** : Potencia eléctrica requerida

La principal ventaja del empleo de las bombas de calor reside en la capacidad de suministrar más energía útil de la que utiliza para su funcionamiento, llegando a producir hasta un ahorro del 70% respecto a un sistema de calentamiento tradicional.

Existe un tipo de bombas de calor que cuentan con un añadido, estas son las bombas de calor con recuperación de calor para A.C.S, es decir, son bombas de calor que además pueden producir agua caliente sanitaria.

Como se muestra en la *Figura 37* la bomba de calor consta de los mismos componentes que los mencionados con anterioridad con excepción de una válvula de 3 vías motorizada que permite el flujo y controlará la producción de agua caliente y un depósito para calentar por medio de la bomba de calor y almacenar en él el A.C.S.



Fuente: Ecoforest

Figura 37: Esquema bomba de calor con recuperación de calor

4.3.1 SELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR

La bomba de calor a instalar en la vivienda unifamiliar ha de ser aquella que cubra las necesidades requeridas tanto para calefacción como para refrigeración en las condiciones más adversas con las que pueda encontrarse el sistema.

Tras calcular las potencias máximas que se pueden requerir en una situación extrema, tanto para calefacción (apartado 3.2.1) como para refrigeración (apartado 3.3.1) se selecciona la bomba de calor que más se adapte a estas características y por tanto a nuestro sistema.

Tabla 52: Potencias máximas de calefacción y refrigeración

Potencia máxima [kW]	
Calefacción	32,02
Refrigeración	40,93

Con las potencias de la Tabla 52 hay que buscar una bomba de calor que se ajuste a estas características entre los diversos fabricantes como son *Viessman*, *Ecoforest*, *Danfoss*, *Climaveneta*, *Ciat*, *Sedical*, *Wolf* y *Rhoss* entre otros.

Para este caso en particular, la bomba de calor TCHEY-THHEY 245 de *Rhoss* y cuyas características se adjuntan en el Anexo C: Catálogo de componentes de la instalación, es la que más se ajusta a nuestras necesidades ya que posee unas potencias variables tanto para refrigeración como para calefacción lo cual permite una mejor adaptación a la demanda de energía y a su vez cubre las necesidades de potencia máxima para los casos extremos.

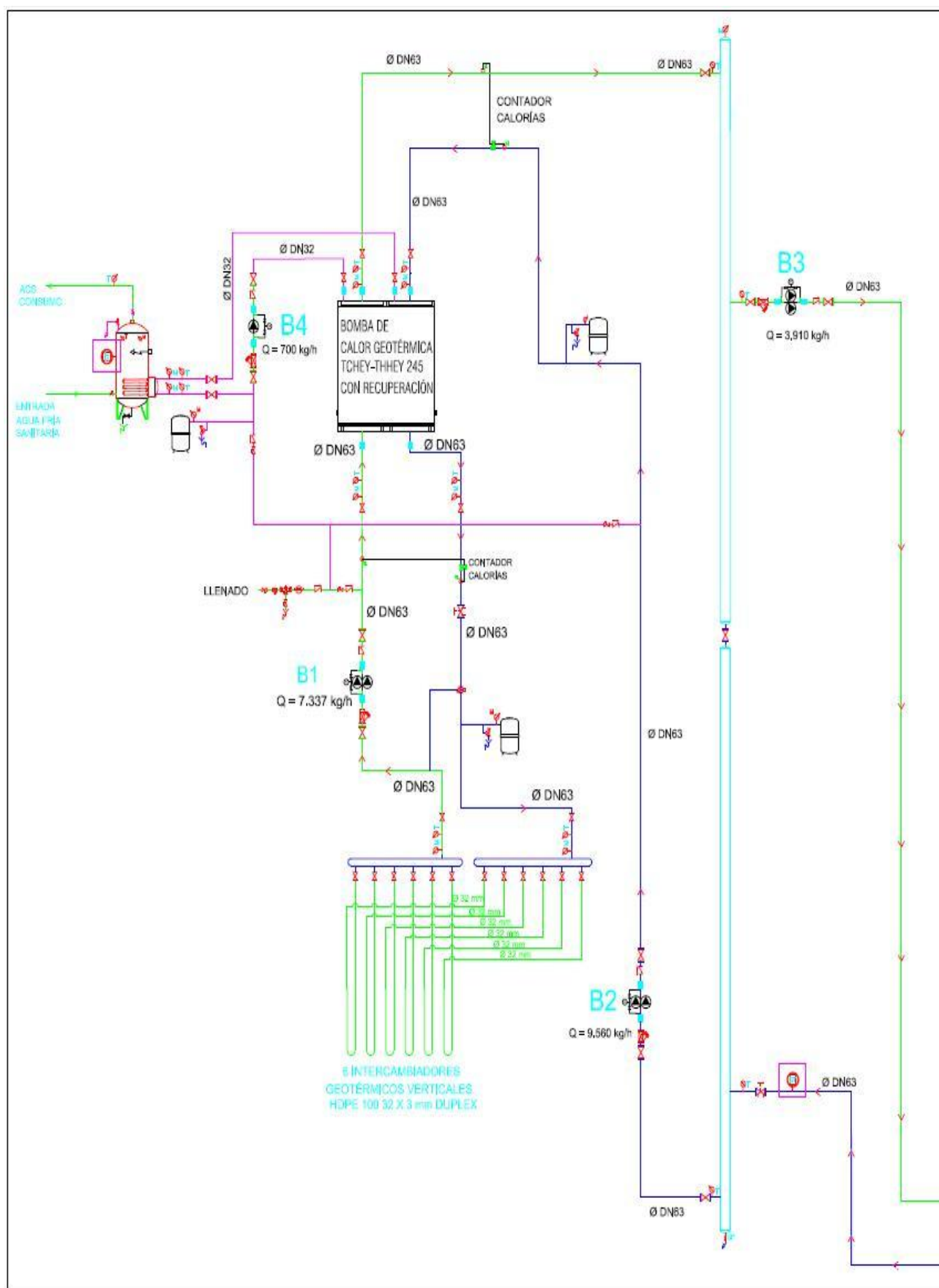
5 Esquema de principio de la instalación

Un esquema de principio de una instalación muestra el funcionamiento y los componentes de los que está formado dicha instalación. Gracias a estos esquemas de principio se puede conocer con detalle la composición y la operación de los dispositivos.

La *Figura 38* representa el esquema de principio de la vivienda unifamiliar estudiada, en ella se pueden diferenciar los distintos componentes que forman la instalación, de los que hay que destacar:

- Circuito de intercambio de calor con el terreno, sondas geotérmicas.
- Bomba de calor.
- Depósito de acumulación para ACS.
- Aguja hidráulica.
- Tuberías, vasos de expansión, bombas de impulsión y válvulas.

El funcionamiento genérico de esta instalación consiste en que por medio de las sondas geotérmicas, el agua que circula por el interior de ellas aumenta su temperatura gracias a la transferencia de calor que se produce con el terreno, una vez que este agua ha aumentado su temperatura se introduce en la bomba de calor geotérmica, que como se detalla en el apartado 4.3, produce, en otro circuito independiente, agua a una temperatura superior (aproximadamente 45 °C) la cual va dirigida a la aguja hidráulica en la que por medio de unas bombas de impulsión se envía a los colectores situados en las diferentes plantas de la vivienda y a partir de los cuales se distribuye dicha agua caliente por los forjados inerciales y suelos radiantes correspondientes, así mismo, como la bomba de calor tiene un recuperador de calor para ACS, de la bomba de calor sale un tercer circuito cuya función es calentar el ACS en un depósito destinado para esa función.



Fuente: Eneres

Figura 38: Esquema de principio de la instalación.

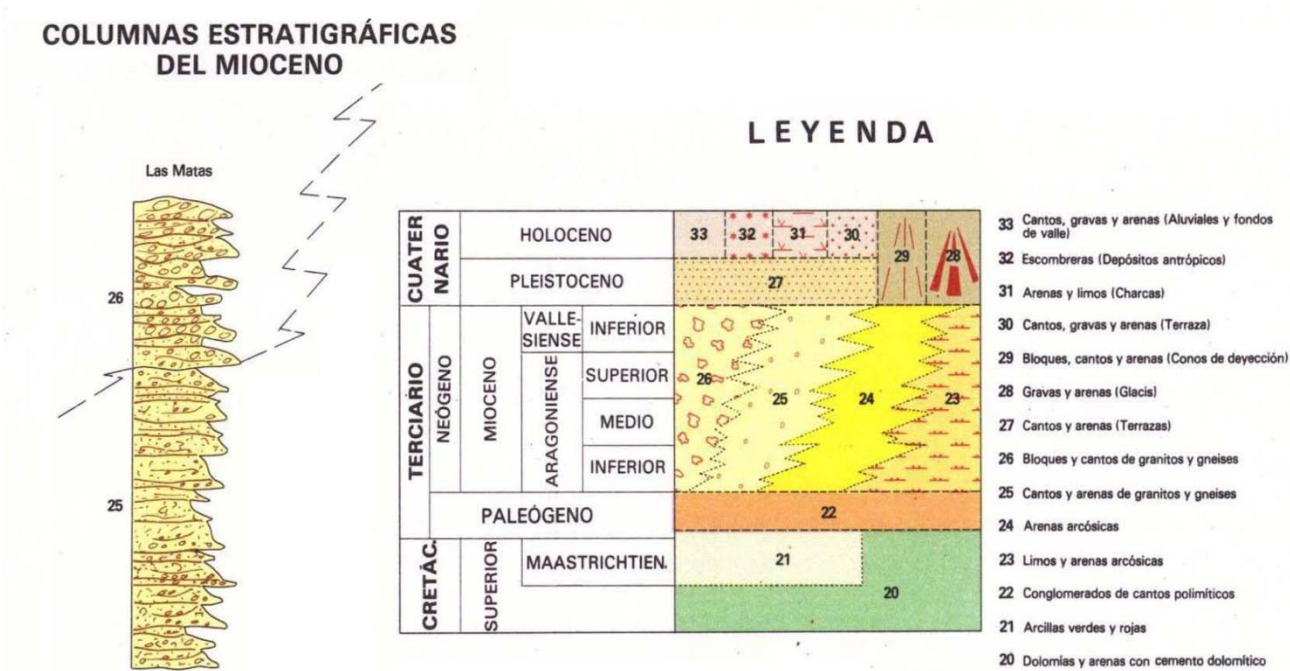
5.1 Componentes de la instalación

La instalación para la climatización de una vivienda unifamiliar lleva consigo la colocación y dimensionamiento de unos determinados componentes como son las sondas geotérmicas, bomba de calor, bombas de impulsión, aguja hidráulica, vasos de expansión, colectores, suelo radiante y válvulas y tuberías.

5.1.1 SONDAS GEOTÉRMICAS

Para el diseño y selección de las sondas geotérmicas se requiere el conocimiento previo del tipo de terreno y por tanto de su conductividad así como del tipo de requerimientos de la instalación prevista.

En la *Figura 39* se detalla la columna estratigráfica del terreno el cual está formado principalmente por bloques, cantos y arenas de granitos y gneises cuya conductividad térmica es de 3 W/ (m · °C) aproximadamente.



Fuente: IGME

Figura 39: Columna estratigráfica de la zona.

El número de sondas geotérmicas vendrá determinado por las características del terreno y por las necesidades de climatización calculadas en los apartados 3.2 y 3.3.

La potencia calorífica que aporta una sonda geotérmica oscila en torno a los 50 W/m por metro lineal de profundidad y la profundidad total para el caso en estudio es de 100 m por sonda geotérmica, por ello, teniendo en cuenta las consideraciones geológicas del terreno y las necesidades de climatización de la vivienda unifamiliar y tras unas simulaciones se determina el número total de sondas y su profundidad, para nuestro caso con 6 sondas geotérmicas verticales, con doble U en cada una de ellas y con una profundidad de 100 m cada una la demanda de calefacción y refrigeración se cubre sin problemas.

La distancia entre perforaciones debe ser aquella que permita que el rendimiento de los intercambiadores verticales sea el máximo posible sin que se dé lugar a solapamientos en la transferencia de calor por la proximidad entre dichas perforaciones, esta distancia oscila entre los 6 m y 8 m en función de las características requeridas en cada caso.

Los tubos captadores a instalar en el interior del sondeo representan una configuración en doble U, el cual consiste en dos pares de tubos unidos en su base mediante un codo de 180°, cuyas salidas se conectan al circuito primario de la bomba de calor geotérmica.

La principal ventaja de esta configuración es el bajo coste del material de los tubos, formados por polietileno, cuyo diámetro varía normalmente entre 25 mm y 63 mm, en función del caudal circulante y de la longitud del circuito.



Fuente: Climatec

Figura 40: Sonda geotérmica doble U.

5.1.2 BOMBA DE CALOR

Tanto el funcionamiento como la selección de la bomba de calor necesaria para la instalación están explicados en el apartado 4.3 del presente informe.

5.1.3 BOMBAS DE IMPULSIÓN

Una bomba de impulsión hidráulica incrementa la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para así mover el fluido de una zona de menor presión a otra de mayor.

Como se muestra en el esquema de principio, *Figura 38*, la instalación consta de cuatro grupos de bombas hidráulicas de las cuales tres son bombas gemelas y una es una bomba individual.

Las bombas de circulación dobles o gemelas permiten el funcionamiento simple o en paralelo y tienen la gran ventaja de que cuando el funcionamiento es simple cuenta con una unidad de reserva lista para entrar en funcionamiento en cualquier momento aumentando así la seguridad y la vida útil del sistema ya que se alternan una bomba con su gemela a la hora de entrar en funcionamiento.

En la *Figura 41* se observan las dos diferentes modalidades de bombas de impulsión hidráulicas que se van a instalar.

Ya que las necesidades de agua para A.C.S. son menores se colocará una bomba individual en este circuito quedando las bombas gemelas instaladas una en el circuito primario de la bomba de calor para impulsar la geotermia y las dos restantes en el circuito de impulsión y de retorno de los forjados inerciales respectivamente.



Fuente: Wilo

Figura 41: Bombas de impulsión simple y doble.

Para el correcto funcionamiento de las bombas se tiene que llevar a cabo el cebado de las mismas, que consiste en llenar de líquido la tubería de aspiración y la carcasa de la bomba para evitar que se queden bolsas de aire en el interior.

Para proteger las tuberías y el sistema de las vibraciones que producen las bombas se colocan unos cojinetes antivibratorios los cuales reducirán dichas vibraciones y el ruido que también se genera.

Así mismo, todas las bombas irán protegidas con un filtro con una luz de 1 mm como máximo, dimensionándose con la velocidad de paso menor o igual que la velocidad del fluido en las tuberías contiguas.

5.1.4 AGUJA HIDRÁULICA

La aguja hidráulica permite independizar el circuito primario proveniente de la bomba de calor, del circuito secundario de distribución de fluido lo que nos evita problemas en el funcionamiento cuando existen varios circuladores trabajando en serie en el mismo circuito.

La aguja hidráulica es un pequeño depósito con varias conexiones, por un lado se conectan los tubos de impulsión y de retorno de la bomba de calor y por el otro lado se conecta el tubo de impulsión y de retorno del sistema de calefacción

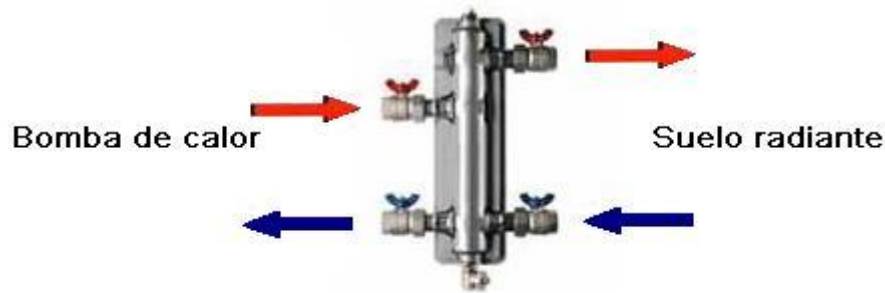
Para el dimensionado de la aguja hidráulica se considera en principio simplemente como una tubería para el circuito primario o el caudal más desfavorable. Además, un dimensionado suficiente nos aporta dos grandes ventajas como son la posibilidad de usar el separador como degasificador y como decantador de impurezas.

No obstante, para que se garantice la separación hidráulica entre la impulsión y el retorno, la pérdida de presión que se produce en el separador no debe ser superior al 10% de la presión diferencial de los circuitos primario más secundario.

Tampoco puede ser demasiado ancha la aguja hidráulica ya que existe el riesgo de una doble circulación, dejando de pasar el flujo del circuito primario al secundario y por tanto no llegando la energía del circuito primario a las unidades terminales.

Una de las ventajas que aporta tener una aguja hidráulica en la instalación, además de las mencionadas con anterioridad, es que todos los circuladores pueden funcionar independientemente, por ejemplo, si los circuladores del circuito secundario no funcionan por no tener una demanda de calor, el circuito primario tiene garantizado su flujo de calor, circunstancia exigida también por la normativa.

Otra ventaja a considerar es que se evitan desequilibrios hidráulicos entre los circuitos y la bomba de calor.



Fuente: Hydrostop

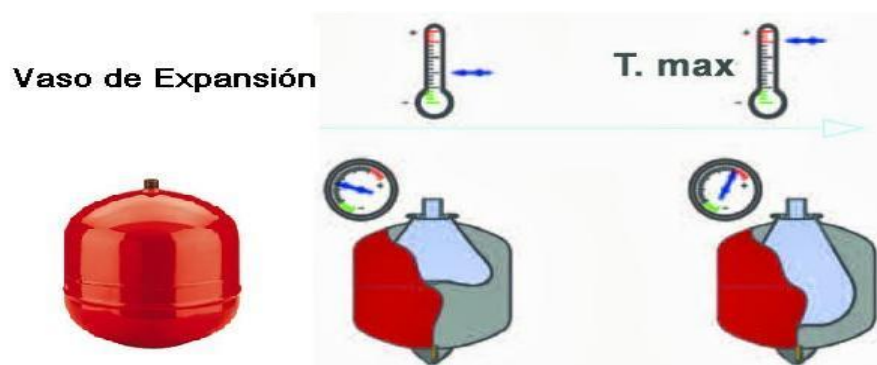
Figura 42: Esquema aguja hidráulica.

5.1.5 VASO DE EXPANSIÓN

La principal función de un vaso de expansión es absorber el aumento de volumen que se produce al expandirse, por calentamiento, el fluido que contiene el circuito.

Al calentarse el circuito primario, una parte del fluido entra en el vaso de expansión, regresando al circuito cuando se enfría, manteniendo así la presión en el circuito dentro del rango de presiones admisibles y siempre por encima de la atmosférica, impidiéndose la introducción de aire en el circuito cuando vuelva a enfriarse.

El vaso de expansión es un recipiente cerrado formado por dos zonas, una llena de agua del circuito primario de calefacción, de A.C.S. o de geotermia, en función de donde se encuentre, y una segunda zona llena de aire o gas nitrógeno. Estas zonas están separadas por una membrana impermeable que comprime el aire cuando se requiere logrando una presión de funcionamiento estable.



Fuente: Briconatur

Figura 43: Funcionamiento vaso de expansión.

Como se observa en la *Figura 38*, se dispone de tres vasos de expansión en la instalación, uno por cada circuito independiente, es decir, uno para el circuito de A.C.S., otro para el circuito de la geotermia y otro para el circuito de calefacción.

5.1.6 COLECTORES

El objetivo de los colectores es distribuir el agua a los diferentes circuitos de la instalación radiante, proveyendo a cada uno el caudal de fluido necesario para un funcionamiento óptimo de la instalación.

Para cada cierto número de circuitos de suelo radiante se dispone de un colector de impulsión y otro de retorno.

En las instalaciones de suelo radiante los colectores suele tener diversos componentes como son válvulas de corte, reguladores de caudal, purgadores y termómetros.

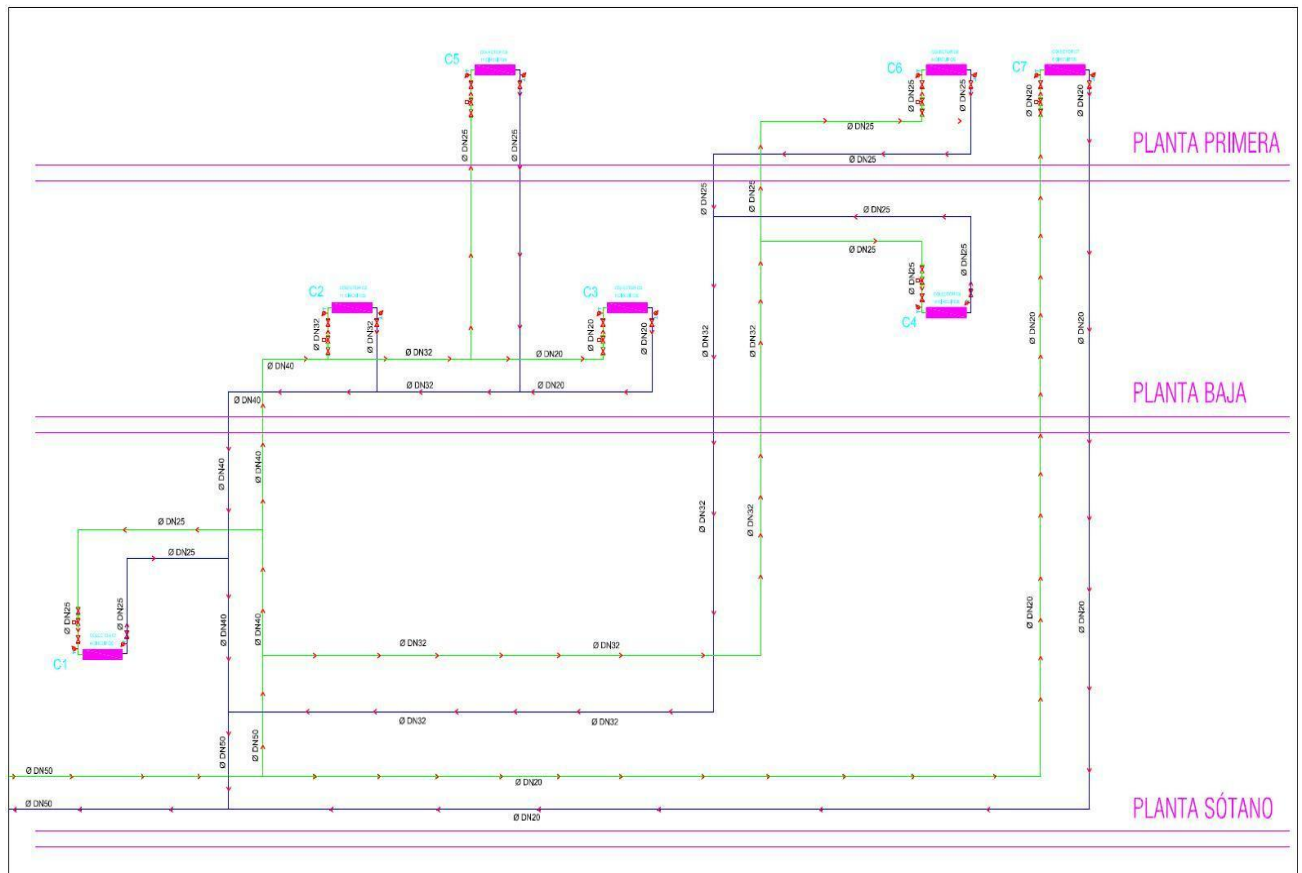
La ubicación más habitual de los colectores suelen ser lo más centrado posible en la vivienda, para que la longitud de los circuitos sea la mínima posible. Normalmente vienen montados sobre unos soportes en unos armarios de distribución, los cuales son armarios utilizados para alojar en su interior los colectores y equipos de distribución.



Fuente: Calor y frío

Figura 44: Colector de impulsión y retorno para suelo radiante

La distribución y el número de colectores dependerá de las necesidades y requerimientos de cada caso, en la *Figura 45* se detalla la distribución de los colectores por planta para la vivienda unifamiliar en estudio, teniendo un total de 7 colectores, 3 en las plantas primera y baja respectivamente y uno en el sótano.



Fuente: Eneres

Figura 45: Distribución de colectores por planta.

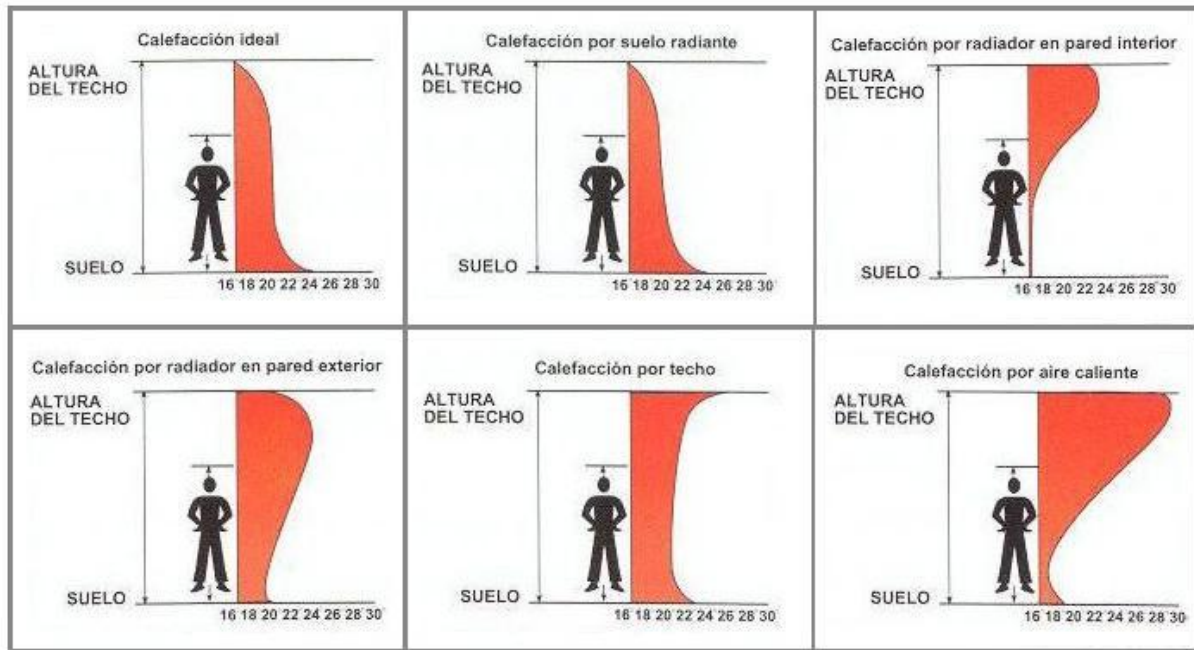
5.1.7 SUPERFICIES RADIANTES

Según la UNE EN 15377 las superficies radiantes son aquellos sistemas empotrados de calefacción y refrigeración donde los tubos que transportan agua con o sin aditivos se empotran en el suelo, pared o techo.

Las paredes presentan el problema de que se cubre con muebles y otros elementos por lo que no suele ser común colocar los sistemas radiantes en las paredes. El suelo es la mejor solución para calefactar ya que se aprovecha también la transferencia de calor por convección, por otro lado, el techo es el lugar más idóneo para la refrigeración ya que además del intercambio por radiación, el intercambio por convección se ve favorecido.

La sensación de confort para las personas se consigue cuando la temperatura a nivel del suelo es ligeramente superior a la temperatura a nivel de la cabeza. Como se puede observar en la Figura 46, el suelo radiante es el sistema de calefacción que más se aproxima a la distribución ideal de temperatura. El resto de sistemas de calefacción acumulan el calor a la altura del

techo, lo que provoca malestar y embotamiento en las personas y unas pérdidas de energía térmica considerables.



Fuente: Gomeber

Figura 46: Distribución de temperaturas según el tipo de calefacción utilizada.

A diferencia del resto de los sistemas de calefacción la temperatura del agua que circula por las superficies radiantes está entre los 30 °C y 50°C, mientras que los sistemas de radiadores funcionan con agua entre 70 °C y 90 °C, esto permite usar generadores de calor a baja temperatura, como son las bombas de calor.

Otra diferencia que se produce con estos sistemas en comparativa con otros es que la temperatura en un local calefactado por superficies radiantes es muy uniforme, sin embargo, no ocurre lo mismo en un local calefactado por radiadores en el que las zonas más próximas a los emisores están más calientes que las alejadas.

Como se observa en la *Figura 47*, el suelo radiante consta de diferentes capas las cuales se superponen unas a otras, situándose encima de los forjados unas láminas de aislamiento las cuales incorporan unos tetones entre los que se encaja el tubo, el aislante más usado es el poliestireno expandido el cual obliga a la transmisión de todo el calor hacia la parte superior, evitando que se pierda parte del calor hacia abajo. Una vez colocados los tubos se añade una capa de mortero formado por una mezcla de cemento, arena, agua y un aditivo especial que facilite la transmisión de calor, esta capa de mortero, de aproximadamente 4 cm, protege los tubos de las cargas de presión habituales que se pueden dar en el suelo de una vivienda. Por último se coloca el revestimiento de cualquier material de los usados habitualmente, teniendo

en cuenta que no se debe colocar nunca una tarima que deje una cámara de aire entre el mortero y el revestimiento.

La banda perimetral es una banda de material aislante que separa la losa de mortero de las paredes, facilitando la dilatación del mismo y reduciendo la pérdida de calor debido al puente térmico que se produce por el contacto del suelo con los cerramientos laterales.



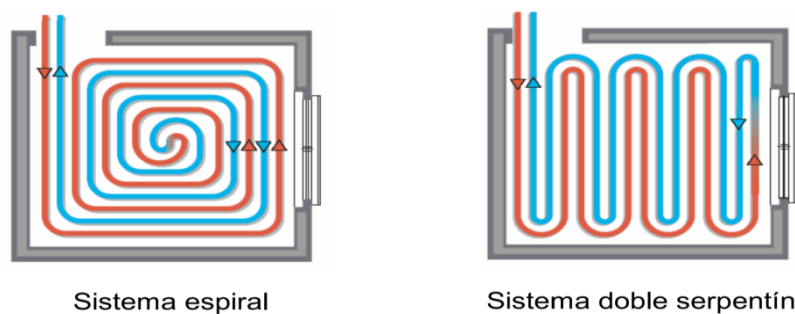
Fuente: Electrofret

Figura 47: Componentes del suelo radiante

La distribución del tubo en el suelo radiante no debe ser aleatoria, se coloca de manera que se produzca un reparto lo más homogéneo posible del calor por toda la superficie.

El tipo de trazado dependerá del tipo de local y de las dimensiones que tenga.

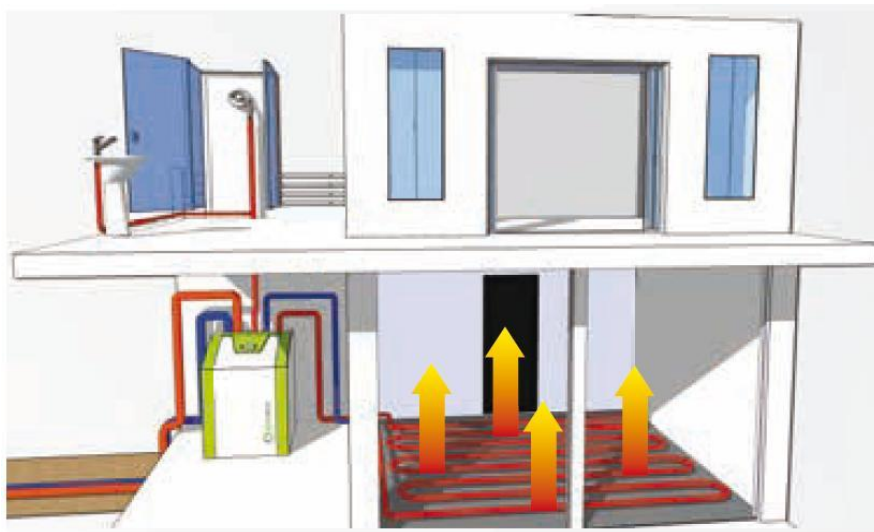
Los sistemas más habituales de distribución de tubos son en espiral o en serpentín. Estas distribuciones tienen en cuenta las principales normas que se deben seguir a la hora de la colocación de los tubos como que la distancia entre tubos sea constante, que los circuitos no se crucen y que las tuberías de impulsión y retorno estén colocadas una al lado de la otra en todos los tramos del circuito para así poder obtener una mejor homogeneización de la temperatura.



Fuente: Biofloor

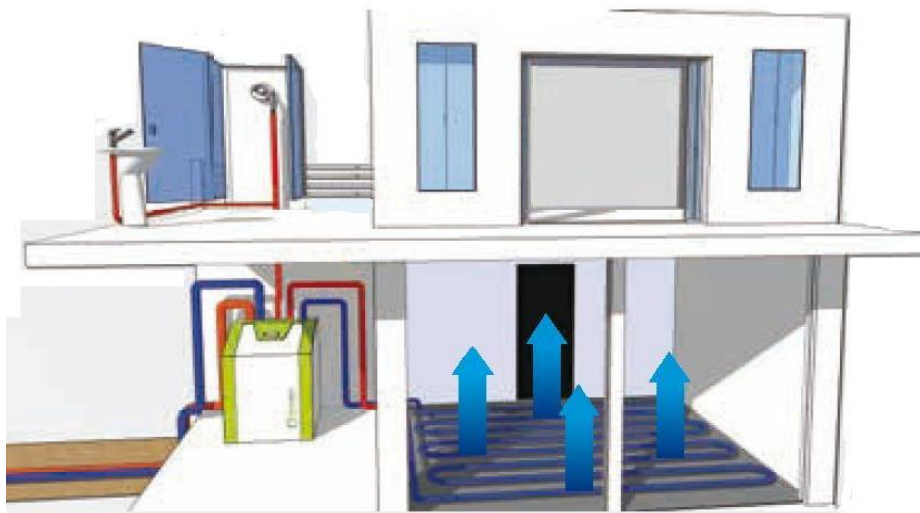
Figura 48: Distribución de suelo radiante

Una de las ventajas que tiene la instalación de suelo radiante es que nos permite, mediante un único sistema, calefactar y refrigerar un recinto mediante la introducción de agua caliente o fría por el circuito en función de las necesidades, siendo así que en invierno se introducirá agua caliente en los tubos de los suelos radiantes para calefactar la vivienda y como muestra la *Figura 50*, y en verano se circulará agua fría para refrigerar el ambiente como muestra la *Figura 50*, no obstante, hay que tener en cuenta una limitación en cuanto a la refrigeración ya que si se introduce el agua a muy baja temperatura se produce el efecto de condensación y se pueden formar charcos, por ello esto supone una restricción y no permite una gran refrigeración del recinto.



Fuente: Ecoforest

Figura 49: Esquema calefacción suelo radiante y ACS



Fuente: Ecoforest

Figura 50: Esquema refrigeración suelo radiante y ACS.

Tras la instalación del suelo radiante es imprescindible tener un correcto equilibrado del circuito para el buen funcionamiento del mismo. Los circuitos de estas instalaciones suelen ser de diferentes longitudes y temperaturas de retorno. Para que la emisión de calor sea la correcta en cada estancia, es necesario equilibrar el mismo térmica e hidráulicamente.

Para el equilibrado hidráulico se puede utilizar un detentor con un caudalímetro, o bien un regulador de caudal (realiza la función del detentor y el caudalímetro con una única pieza).

Para el equilibrado térmico se utilizan termómetros. En el colector de impulsión se coloca un único termómetro, ya que el agua circula a la misma temperatura en todos los circuitos de ida. Sin embargo, en el retorno se puede colocar o un único termómetro que indique la media de las temperaturas de retorno o uno por cada vía de manera que se conoce la temperatura exacta de retorno del agua de cada vía.

Existe una alternativa similar al suelo radiante para climatizar mediante superficies radiantes, esto se lleva a cabo mediante los forjados inerciales o termoactivos.

En este caso la tubería de polietileno reticulado de alta densidad es colocada en las armaduras de las losas de hormigón armado.

Una ventaja de este sistema es que el montaje es rápido y sencillo ya que se trabaja con módulos prefabricados que cuentan con las tuberías en el interior del forjado como se observa en la *Figura 51*.

Otra ventaja a considerar es que al colocarse los forjados inerciales entre plantas de una misma vivienda, aportará tanto calor como frío a la planta superior y a la inferior actuando así como un suelo radiante y techo radiante simultáneamente ya que al no disponer de aislante térmico el calor se disipa en todas las direcciones.



Fuente: Eneres

Figura 51: Forjados inerciales o termoactivos

No todo son ventajas a la hora de hablar de las superficies radiantes, este método de climatización presenta principalmente tres inconvenientes que hay que considerar:

- Inercia térmica

El calentamiento y enfriamiento del sistema es más lento que en los sistemas por aire. Para reducir el efecto de la inercia térmica, se utilizan sistemas de regulación que trabajan en función de la temperatura exterior. Cuando se produce una variación en la temperatura exterior, dicho cambio no se percibe en el interior hasta pasadas unas horas, por tanto, estos sistemas de regulación se aprovechan del tiempo que necesita el edificio para que el frío o calor lleguen al interior, y hacen reaccionar al suelo radiante antes de que el usuario lo requiera.

- Elevación del suelo

El espesor del suelo es mayor que en otros sistemas de calefacción debido a los tubos y aislamientos que se alojan en dicho suelo. Sin embargo, al incluir un aislante el suelo radiante el edificio estará correctamente aislado evitando así pérdidas de calor.

- Mayor coste de instalación

La instalación de un suelo radiante es aproximadamente un 15% más cara que la de un sistema tradicional de calefacción. No obstante, si se tiene en cuenta el ahorro energético que supone la instalación de suelo radiante (aproximadamente 15%), la diferencia de coste inicial es fácilmente amortizable.

5.1.8 VÁLVULAS Y TUBERÍAS

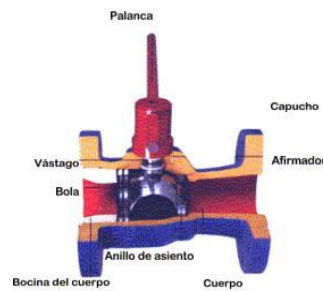
Las válvulas son mecanismos utilizados con el fin de impedir o controlar el paso del fluido por una tubería.

En la sección HE4 del CTE establece que la elección de las válvulas se realizará según la función desempeñada y las condiciones extremas de funcionamiento.

Las válvulas están construidas con materiales muy diversos, debiendo ser compatibles con los materiales de las tuberías y los líquidos que conducen. Un buen criterio a seguir es utilizar el mismo material para la totalidad de los circuitos y accesorios.

Uno de los tipos de válvulas empleadas en la instalación son las válvulas de esfera o de bola en el que el elemento de cierre es una esfera con un orificio cilíndrico que cuando está orientado paralelamente al eje de la conducción el agua puede circular normalmente, obturando el paso cuando su posición es perpendicular. Esta tipología de válvula es empleada

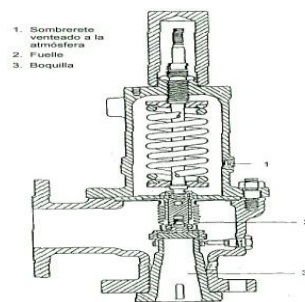
para el llenado y vaciado de los circuitos y para aislamiento de diferentes secciones en las que se consigue un cierre hermético.



Fuente: Universidad de Alcalá

Figura 52: Válvula de bola

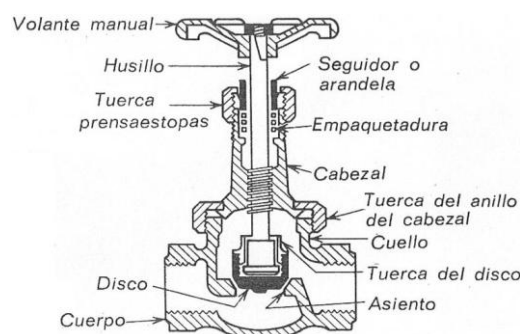
Las válvulas de seguridad y alivio son dispositivos auto accionados por el fluido que previenen la sobre presión en recipientes presurizados y líneas, suelen ser diseñadas en ángulo de 90° para facilitar la evacuación del fluido del sistema. Dichas válvulas se componen de un muelle pretarado a una determinada presión por encima de la cual actuará liberando el fluido del sistema y una vez la presión vuelva a bajar la válvula vuelve a su posición inicial cerrada.



Fuente: NTP 510

Figura 53: Válvula de alivio de presión.

Para la regulación del fluido se emplean válvulas de asiento las cuales fuerzan al fluido a cambiar de dirección introduciendo una importante resistencia.



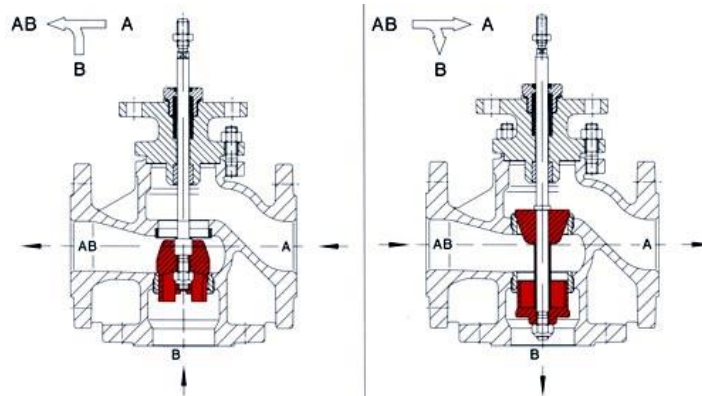
Fuente: Universidad de Alcalá

Figura 54: Válvula de asiento

Las válvulas de control pueden ser diseñadas en paso recto pero también con tres vías de paso para realizar funciones de mezcla o derivación.

Las válvulas mezcladoras son aquellas que están diseñadas para actuar sobre la proporción de dos o más fluidos de entrada para producir un fluido de salida común.

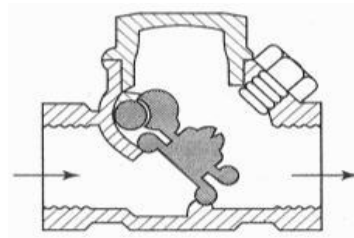
Las válvulas divisoras son aquellas que están diseñadas para actuar sobre dos o más fluidos de salida a partir de un fluido de entrada común cambiando la posición del obturador.



Fuente: Comeva

Figura 55: Válvula de tres vías, mezcladora y divisora

Por último se dispone también de válvulas de retención o de antirretorno, las cuales solo permiten el flujo en una dirección. Ante un fluido invertido, la válvula se cierra por gravedad o por medio de un resorte que impulsa el disco sobre el asiento.



Fuente: Universidad de Alcalá

Figura 56: Válvula antirretorno

Todos los componentes de la instalación se encuentran unidos mediante las tuberías.

En esta instalación se pueden diferenciar varios circuitos, uno formado por los intercambiadores verticales de la geotermia, otro el que da ACS y otro que se distribuye hacia los diversos colectores situados en cada una de las plantas de la vivienda.

Se está generalizando cada vez más el empleo de tuberías de plástico ya que sus cualidades son semejantes a las del cobre pero su coste es más reducido por lo que salen más rentables económicamente.

Las tuberías deben estar aisladas correctamente para evitar que se produzcan grandes pérdidas térmicas y por tanto el rendimiento de la instalación sea inferior.

5.2 Dimensionado de las tuberías y bombas de circulación

Para el dimensionamiento de las tuberías y bombas de impulsión de los diferentes circuitos que forman la instalación un factor de gran importancia que hay que considerar y calcular son las pérdidas de carga que se producen en todo el circuito, por lo que habrá que calcular las dimensiones de dichos tubos, tanto su longitud como su diámetro y el caudal que circulará por ellos.

Estos cálculos se realizan para los diferentes circuitos como son; las sondas verticales de la geotermia y sus tramos horizontales hasta la bomba de calor, el circuito de A.C.S., el circuito del lado de la bomba de calor hasta la aguja hidráulica y el circuito de calefacción formado por los forjados inerciales y los tramos que unen estos a los colectores.

Las pérdidas de carga que tienen lugar en una conducción representan la pérdida de energía de un flujo hidráulico a lo largo de la misma por efecto del rozamiento y de puntos singulares de las tuberías (codos, juntas, válvulas, etc.) y que se deben a fenómenos de turbulencia. La suma de las pérdidas de carga localizadas más las pérdidas por rozamiento dan las pérdidas de carga totales.

Una de las fórmulas más exactas para el cálculo de las pérdidas de carga por rozamiento es la de Darcy-Weisbach.

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

donde:

- **h_f** : pérdida de carga debida a la fricción, (m).
- **f** : coeficiente de fricción.
- **L** : longitud de la tubería, (m).
- **D** : diámetro interno de la tubería, (m).
- **V** : velocidad media del fluido, (m/s)
- **g** : aceleración de la gravedad, 9,8 m/s².

La fórmula de Darcy-Weisbach puede expresarse en función del caudal Q , quedando escrita de la siguiente manera:

$$h_f = j \cdot L = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5}$$

Para determinar el valor del coeficiente de fricción es necesario el uso de métodos iterativos en la fórmula de Colebrook-White que es una fórmula exacta y además válida para todo tipo de flujos y rugosidades.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\varepsilon_r}{3,7} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

donde:

- **f**: coeficiente de fricción.
- **ε_r** : rugosidad relativa, calculada mediante el cociente entre la rugosidad absoluta (en función del material) por el diámetro de la tubería $\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D}$.
- **Re**: número de Reynolds.

El número de Reynolds es un número adimensional utilizado para caracterizar el movimiento de un fluido. Permite predecir el carácter laminar o turbulento del fluido en conductos o tuberías, si el número de Reynolds es menor de 2100 el flujo será laminar y si es mayor de 3000 el flujo será turbulento.

El número de Re viene dado por

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

donde:

- **Re**: número de Reynolds.
- **ν** : velocidad del fluido, (m/s).

- **D**: diámetro de la tubería, (m).
- **ν** : viscosidad cinemática del fluido, (m^2/s).

Las tuberías de la instalación de climatización están formadas por polietileno (PE).

Según la norma UNE 53.381 los diámetros y espesores de las tuberías están tabulados como se muestra en la *Figura 57*.

TUBERIA DE POLIETILENO RETICULADO (PE-R) SEGUN UNE 53.381						
DIAMETRO EXTERIOR	Serie 5,0			Serie 3,2		
	ESPESOR	D. INTERIOR	CONT. AGUA	ESPESOR	D. INTERIOR	CONT. AGUA
mm	mm	mm	l/m	mm	mm	l/m
10	1,8	6,4	0,03	1,8	6,4	0,03
12	1,8	8,4	0,06	1,8	8,4	0,06
16	1,8	12,4	0,12	2,2	11,6	0,11
20	1,9	16,2	0,21	2,8	14,4	0,16
25	2,3	20,4	0,33	3,5	18,0	0,25
32	2,9	26,2	0,54	4,4	23,2	0,42
40	3,7	32,6	0,83	5,5	29,0	0,66
50	4,6	40,8	1,31	6,9	36,2	1,03
63	5,8	51,4	2,07	8,6	45,8	1,65
75	6,8	61,4	2,96	10,3	54,4	2,32
90	8,2	73,6	4,25	12,3	65,4	3,36
110	10,0	90,0	6,36	15,1	79,8	5,00
125	11,4	102,2	8,20	17,1	90,8	6,48

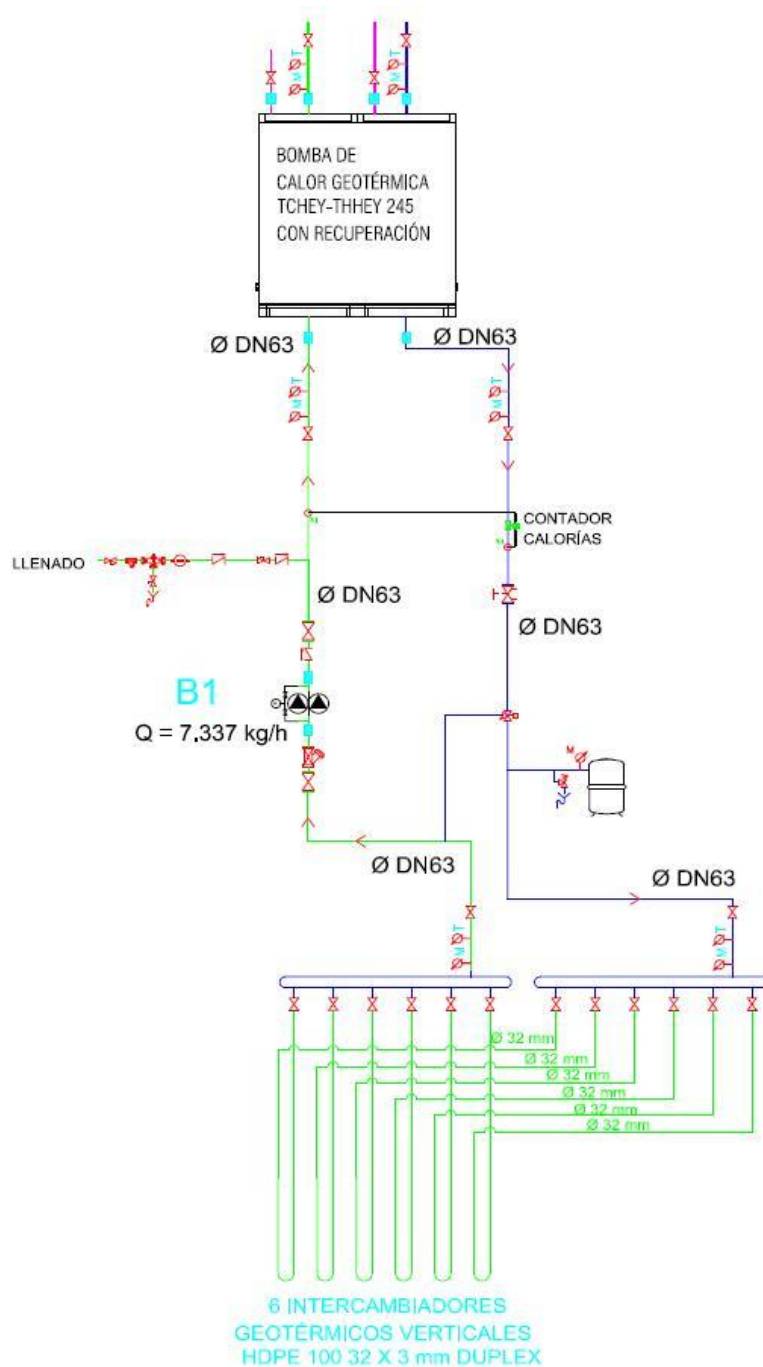
Fuente: Norma UNE 53.381

Figura 57: Diámetros y espesores de tuberías de polietileno

5.2.1 SONDAS GEOTÉRMICAS

La instalación está formada por 6 captadores verticales con una profundidad de 100 m cada uno, estos intercambiadores verticales están formados por dos tuberías en U, también denominados dúplex.

Como se observa en la *Figura 58* el lado de la geotermia consta de seis captadores verticales, dos colectores, uno de impulsión y otro de retorno, cuya función es aunar todas las tuberías procedentes de las sondas verticales para así disponer de una sola tubería que va hacia la bomba de calor, así mismo, el circuito consta de un vaso de expansión y de una bomba de impulsión.



Fuente: Eneres

Figura 58: Esquema de principio. Sondas geotérmicas

En función del número de intercambiadores y del salto térmico que se vaya a producir en dichos intercambiadores se tendrá un caudal determinado ya que, un cambio en el caudal producirá un cambio en el salto térmico que se da entre la entrada y salida de las sondas verticales, esta variación de temperatura viene limitada por la conductividad y características del terreno y por las limitaciones de la bomba de calor, para la bomba de calor seleccionada para esta instalación (TCHEY-THHEY 245), los saltos térmicos admitidos son:

- Salto térmico en el evaporador $AT = 3^{\circ}\text{C} - 8^{\circ}\text{C}$
- Salto térmico en el condensador $AT = 5^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C}$

Para el dimensionado de la bomba de circulación y de las dimensiones de las tuberías se procede según lo explicado en el apartado 5.2 y mediante sucesivas iteraciones se llega al resultado que se muestra en la Tabla 53.

Tabla 53: Cálculo de pérdidas de carga para el lado de la geotermia.

LADO DE GEOTERMIA

N INTERCAMBIADORES	6,00
Q [m ³ /h]	7,34
Q [L/s]	2,04
Q [m ³ /h por intercambiador]	1,22
Q [L/s por intercambiador]	0,34
Q [m ³ /h por tubería pozo]	0,61
Q [L/s por tubería pozo]	0,17

perdidas de carga secundarias = 15%

APARATO	Q unit [L/s]	k	Q inst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	D exterior comercial [mm]	espesor pared [mm]	D interior comercial [mm]	materia tubería	Rugosidad absoluta tubería	ϵ relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mdca]	J [mdca] +J2 [mdca]
Intercambiador	0,17	1,00	0,17	0,05783	20,30	32,00	2,90	26,20	PE	1,5000E-06	0,000057	0,32	1.254,86	0,05783	0,01117	200,00	2,23	2,57
Red horizontal	0,34	1,00	0,34	0,04935	25,95	40,00	3,70	32,60	PE	1,5000E-06	0,000046	0,41	2.017,01	0,04935	0,01279	50,00	0,64	0,74
Colector+Valvulería																		2,00
Colector+Valvulería																		2,00
Tubería Bomb. Circ.	2,04	1,00	2,04	0,03281	48,97	63,00	6,90	49,20	PE	1,5000E-06	0,000030	1,07	8.018,86	0,03281	0,03909	10,00	0,39	0,45
BOMBA CALOR																	2,00	2,30
Total	2,04																	10,05

Dimensionado bomba circulación

	Qunit [L/s]	Qunit [m ³ /h]
TOTAL	2,04	7,34

	J [mdca] +J2 [mdca]
TOTAL	10,05

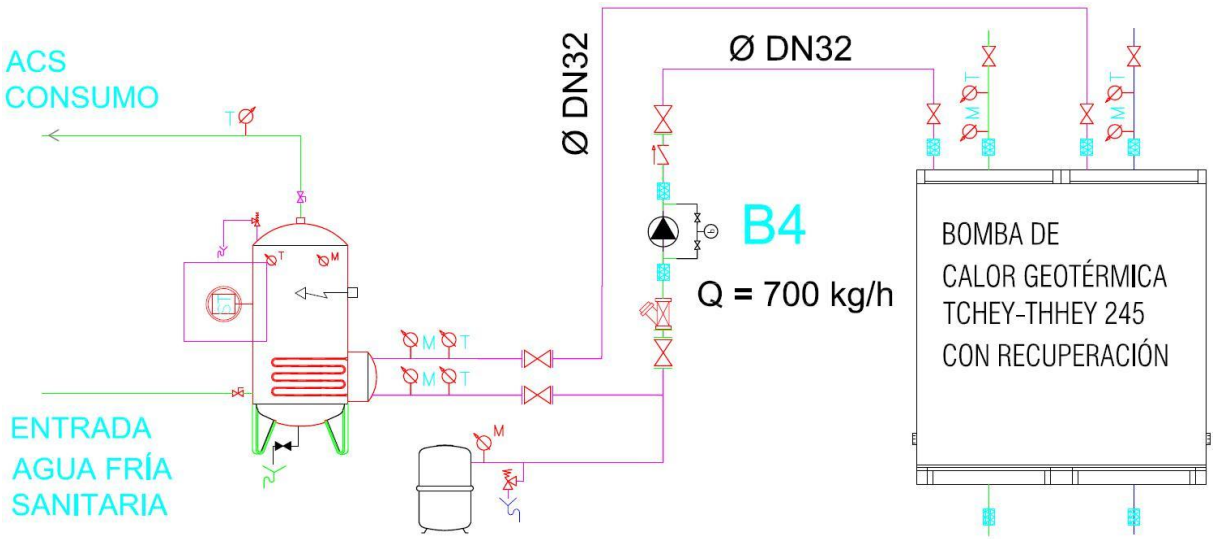
En los cálculos de pérdidas de carga en tuberías consideramos unas pérdidas de carga secundarias, aproximadamente el 15% de las primarias, correspondientes a las singularidades que hay en el circuito como pueden ser codos y posibles imprevistos de obra.

Para la selección de la bomba de circulación, con los valores obtenidos de la pérdida de carga total (10,05 mdca) y el caudal unitario (7,34 m³/h), y mediante un programa de selección de bombas de impulsión de la empresa *Wilo*, se procede a la selección de la bomba de impulsión. La bomba de circulación seleccionada para este circuito corresponde a la DP-E 32/110-0,75/2, adjunta en el Anexo C: Catálogo de componentes de la instalación. Esta bomba posee un variador de frecuencia lo que permitirá, en función de las necesidades, aumentar o disminuir el caudal recirculado, teniendo en cuenta las propias limitaciones de la bomba de impulsión.

5.2.2 A.C.S

De la bomba de calor salen dos circuitos, uno que va destinado a la climatización por suelo radiante y otro para el agua caliente sanitaria.

Ya que el depósito de acumulación de A.C.S se encuentra en la misma sala de máquinas que la bomba de calor el tramo de tuberías correspondiente al circuito de A.C.S. es reducido ya que va desde la salida de la bomba de calor hasta el depósito de acumulación, no obstante este tramo requiere de una bomba de impulsión y de una tubería con unas características determinadas.



Fuente: Eneres

Figura 59: Esquema de principio. A.C.S.

Como muestra la Figura 59 el lado de producción de agua caliente sanitaria está formado por un depósito de acumulación de agua con un serpentín el cual por medio de la bomba de calor aporta el calor necesario para calentar el volumen del depósito de A.C.S., así mismo, el circuito consta de un vaso de expansión y de una bomba de impulsión.

Tabla 54: Cálculo de pérdidas de carga para el lado de A.C.S.

CIRCUITO ACS

APARATO	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	materia material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mdca]	J [mdca] +J2 [mdca]
Intercambiador ACS BC	0,19																	0,087
Tubería Bomb circ	0,19	1,00	0,19	0,05522	21,23	32,00	2,90	26,20	PE	1,5000E-06	0,000057	0,36	1.436,08	0,05523	0,01397	15,00	0,21	0,24
Serpentín +Valvulería	0,19																	2,00
Total	0,19																	2,33

Dimensionado bomba circulación

	Qunit [L/s]	Qunit [m³/h]
TOTAL	0,19	0,70

	J [mdca] +J2 [mdca]
TOTAL	2,33

De forma similar a la empleada con anterioridad, se calcula las dimensiones y pérdidas de cargas mediante sucesivas iteraciones hasta que el valor de “f de cálculo” es igual que el de “f calculado”.

El valor de las pérdidas de carga del intercambiador de calor que se encuentra en la bomba de calor para el A.C.S. viene dado por el fabricante, en función de las características técnicas de la bomba de calor. Así mismo, el valor del caudal unitario procedente de la bomba de calor para la recuperación de calor por el A.C.S. está tabulado por las características de la bomba de calor seleccionada.

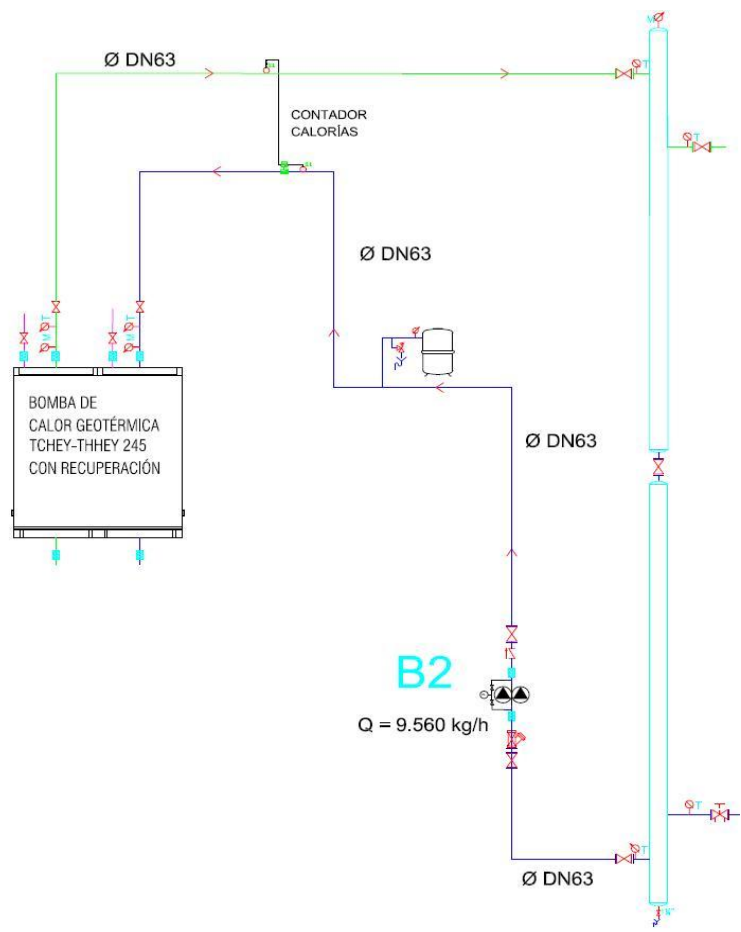
Para la selección de la bomba de impulsión se tiene en cuenta el caudal de impulsión ($0,70 \text{ m}^3/\text{h}$) y las pérdidas de carga ($2,33 \text{ mcd}$) y mediante el programa del fabricante *Wilo* se determina la más adecuada.

La bomba de circulación seleccionada para este circuito corresponde a la Stratos Eco 25/1-5 BMS, adjunta en el Anexo C: Catálogo de componentes de la instalación.

5.2.3 CIRCUITO SECUNDARIO

De la bomba de calor salen dos circuitos, uno cuya función es la recuperación de calor para el A.C.S. y otro que va destinado a la climatización por suelo radiante, este segundo se puede dividir en dos circuitos a la hora de realizar los cálculos para las pérdidas de cargas en las tuberías de manera que se simplifiquen dichos cálculos.

En la *Figura 60* se muestra la parte del circuito formada por los tramos de tubería procedentes del lado secundario de la bomba de calor hasta la aguja hidráulica, una bomba de impulsión y un vaso de expansión.



Fuente: Eneres

Figura 60: Esquema de principio. Circuito secundario.

De forma similar a la empleada con anterioridad, se calcula las dimensiones y pérdidas de cargas del tramo de tubería del circuito secundario mediante sucesivas iteraciones hasta que el valor de “f de cálculo” es igual que el de “f calculado”.

Con el valor del caudal (9,56 m³/h), tabulado por las características técnicas de la bomba de calor y las pérdidas totales del tramo del circuito secundario (4,84 mcda) se selecciona, mediante el software de Wilo, la bomba de impulsión más adecuada.

Tabla 55: Cálculo de pérdidas de carga para el circuito secundario.

CIRCUITO SECUNDARIO																	pérdidas de carga secundarias = 15%	
APARATO	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda] +J2 [mcda]
BOMBA CALOR																	2,10	2,42
Aguja hidráulica																		1,00
Tubería Bomb. Circ.	2,66	1,00	2,66	0,03058	53,68	63,00	6,90	49,20	PE	1,5000E-06	0,000030	1,40	10.445,28	0,03058	0,06182	20,00	1,24	1,42
Total	2,66																	4,84

Dimensionado bomba circulación

TOTAL

Qunit [L/s]
2,66

Qunit [m³/h]
9,56

TOTAL

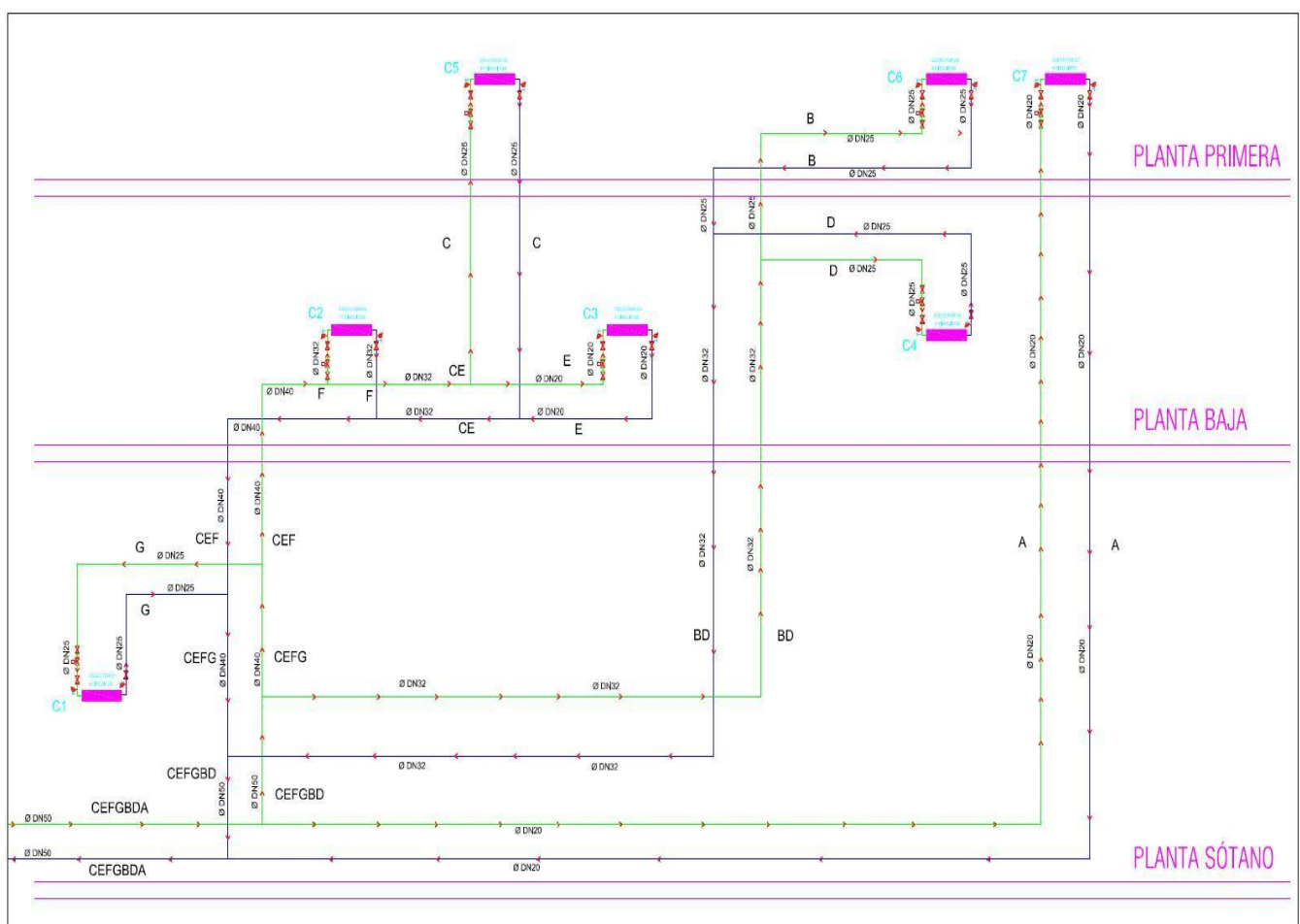
J [mcda]
+J2 [mcda]
4,84

La bomba de circulación seleccionada para este circuito corresponde a la DP-E 40/115-0,55/2, adjunta en el Anexo C: Catálogo de componentes de la instalación.

5.2.4 SUELO RADIANTE

El cálculo de pérdidas de carga en el circuito del suelo radiante requiere un cálculo más amplio.

Este cálculo se realizará para cada uno de los circuitos que forman el suelo radiante, ya que, en función de la superficie y longitud de cada circuito de suelo radiante, las pérdidas de carga serán distintas.



Fuente: Eneres

Figura 61: Esquema de principio. Distribución colectores

Como se muestra en la Figura 61, la vivienda consta de tres plantas y en cada una de ellas hay un determinado número de colectores, de cada colector sale un número de circuitos distintos, en función de la distribución de la vivienda. En la Tabla 56 se resume el número de colectores

por planta con el número de circuitos que salen de cada uno de ellos y con la superficie y área total que cubren cada colector.

Tabla 56: Resumen de número de colectores y circuitos por planta.

Planta	Colector	Nº de Circuitos	Longitud total [m]	Área total [m ²]
Sótano	C 01	8	582,05	55,69
Baja	C 02	11	903,46	82,34
	C 03	3	222,81	23,15
	C 04	10	686,85	59,28
Primera	C 05	11	741,89	70,58
	C 06	8	630,85	53,17
	C 07	5	376,91	29,85

Para el cálculo de pérdidas de carga habrá que considerar de cada colector, el circuito más desfavorable, cuyas pérdidas de cargas serán mayores y por tanto requerirá un mayor caudal. Así mismo, como se muestra en la *Figura 61*, no solo hay que hacer el cálculo de los circuitos de suelo radiante, sino que habrá que ir añadiendo y calculando los distintos tramos de tuberías para así poder calcular las pérdidas de cargas globales y las necesidades del caudal totales.

En función de la estación del año en la que nos encontremos (verano o invierno) tendremos un salto térmico en los circuitos distinto, y un rendimiento de los mismos diferente, como se muestra en la *Tabla 57*, por tanto, los cálculos se realizan para ambos casos y seleccionando posteriormente el más desfavorable, ya que, si la instalación está diseñada para el caso en el que las pérdidas de carga son mayores y se requiere un mayor caudal, la instalación funcionará sin problemas cuando las necesidades sean inferiores.

Tabla 57: Salto térmico y rendimiento del suelo radiante según las estaciones.

	Verano	Invierno
Salto térmico [°C]	3,00	5,00
Rendimiento [W/m ²]	30,20	60,80

Para evitar sobrecargar la memoria con tablas de cálculos a continuación se expondrán a modo de ejemplo los cálculos realizados para un colector y para la suma de varios, quedando el resto detallados en el Anexo B: Cálculo de pérdidas de carga en tuberías, igualmente, como

se ha explicado, los cálculos se realizan para una demanda de calor (invierno) y para el caso opuesto, una demanda de frío (verano).

Como se detalla en la *Tabla 56*, cada colector tiene un determinado número de circuitos, para el cálculo de pérdidas de carga se selecciona aquel circuito cuyas necesidades de caudal sean superiores, para el caso del colector C 07 y mediante la siguiente fórmula,

$$Q \text{ [kcal/h]} = c_{p,agua} [\text{kcal/kg } ^\circ\text{C}] \cdot \rho_{agua} [\text{kg/m}^3] \cdot \dot{v} [\text{m}^3/\text{h}] \cdot \Delta T [^\circ\text{C}]$$

se obtiene el valor del caudal, dado que, como se detalla en la *Tabla 57*, y conocidos la densidad y el poder calorífico del agua, la única incógnita de la ecuación es el caudal.

Tabla 58: Cálculo de caudal y selección del circuito más desfavorable para el colector C 07. En Invierno

	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]
Total	85,22	6,12	5,00	60,80	52,29	320,00	64,00
	86,57	6,79	5,00	60,80	52,29	355,04	71,01
	67,43	5,70	5,00	60,80	52,29	298,04	59,61
	71,27	6,13	5,00	60,80	52,29	320,53	64,11
	66,42	5,11	5,00	60,80	52,29	267,19	53,44
	376,91	29,85	5,00	60,80	52,29	1560,80	312,16

Una vez realizado el cálculo de los caudales de todos los circuitos de todos los colectores y seleccionado los circuitos más desfavorables de cada colector, se calculan, mediante lo explicado en el apartado 5.2, las pérdidas de carga que se producen en cada colector y tramo de circuito (conexionados) y los diámetros de las correspondientes tuberías según la *Figura 61*.

Se recorre el circuito desde el final, la tubería de suelo radiante, hasta el principio, la salida de la aguja hidráulica.

En la *Tabla 59* se calculan las pérdidas de carga que se producen en el circuito más desfavorable de suelo radiante que sale del colector en cuestión, las pérdidas de cargas en el conexionado entre el colector y la red de tuberías y el diámetro de los mismos.

Tabla 59: Cálculo de pérdidas de carga para el colector C07.

C07												Pérdidas de carga secundarias = 15%							
APARATO	N	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	materia l tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mca/m]	L tubería [m]	J [mca]	J [mca] + J ₂ [mca]
Forjado	C07	0,03	1,00	0,027	0,09786	10,75	20,00	1,90	16,20	PE	1,5000E-06	0,000093	0,13	318,55	0,09786	0,00515	86,57	0,45	0,51
Colector	C07																		1,00
Conexionado	A	0,09	1,00	0,09	0,06187	15,72	20,00	1,90	16,20	PE	1,5000E-06	0,000093	0,42	1.035,72	0,06187	0,03445	30,00	1,03	1,19
Total																		1.48	2.70

Una vez calculados todos los colectores por separado se calculan las conexiones entre distintos colectores, según se muestra en la *Figura 61*.

Para la realización de este cálculo, el caudal del tramo principal será la suma de los caudales de los tramos en los que se separa, por ejemplo, el caudal del tramo CE (0,27 l/s) será igual a la suma de los caudales C (0,20 l/s) y E (0,07 l/s). Por otro lado, hay que tener en cuenta que el diámetro de tramo CE nunca podrá ser inferior a los diámetros de C y de E.

Iterando hasta que el valor de la “f de cálculo” sea igual que el de la “f calculado”, obtendremos el valor de las pérdidas de carga y el diámetro determinado para el tramo calculado.

Finalmente, para la selección de la bomba de circulación habrá que tener en cuenta la mayor pérdida de carga calculada para todo el circuito de climatización y el caudal total, como se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60: Cálculo de pérdidas de carga totales para el suelo radiante.

CIRCUITO SUELO RADIANTE

APARATO	Q _{unit} [L/s]	k	Q _{inst} [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	D _{ext} comercial [mm]	e pared [mm]	D _{int} comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mdca]	J [mdca] +J2 [mdca]
CEFGDBA	1,09	1,00	1,09	0,04	39,02	50,00	4,60	40,80	PE	0,00	0,00	0,83	5.153,41	0,04	0,03	30,00	0,96	1,10
C07																	1,48	2,70
Total	1,09																	3,81

Dimensionado bomba circulación

	Q _{unit} [L/s]	Q _{unit} [m ³ /h]
TOTAL	1,09	3,91

	J [mdca] +J2 [mdca]
TOTAL	3,81

Con el valor del caudal (3,91 m³/h), y las pérdidas totales (3,81 mdca) se selecciona, mediante el software de *Wilo*, la bomba de impulsión más adecuada.

La bomba de circulación seleccionada para este circuito corresponde a la DP-E 32/110-0,75/2, adjunta en el Anexo C: Catálogo de componentes de la instalación.

El caso más desfavorable, después de realizar todos los cálculos resulta ser para la estación de invierno y el recorrido que llega hasta uno de los circuitos del colector C 07.

5.3 Sistema de control

El sistema de control tiene la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de la instalación al mismo tiempo que actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos, congelaciones, pérdidas de fluido, etc.

Mediante sondas de temperaturas distribuidas a lo largo de la instalación, el sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales y componentes de la instalación. Así mismo, asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido, según se determina en el Documento básico de HE del CTE, en la sección HE4.

Ya que la instalación consta de varias aplicaciones, cada una de ellas deberá ir dotada con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha o parada de cada una de ellas. Esto se puede realizar mediante el control de temperatura o de caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

Para el control de térmico de las superficies radiantes, se medirá la temperatura del entorno por medio de sondas térmicas lo cual nos permite aumentar o disminuir la temperatura del fluido en el interior de los conductos del suelo radiante para ajustarnos a las necesidades requeridas en cada momento.

6 Bibliografía

- [1] Documento Básico HE Ahorro Energético del Código Técnico de Edificación, Septiembre 2013
- [2] Guía técnica, Diseño de sistemas de intercambio geotérmico de circuito cerrado, IDAE, Junio 2012
- [3] Guía metodológica de aprovechamiento de recursos geotérmicos de muy baja temperatura, Promoeener-A, Gobierno de Extremadura, Octubre 2013
- [4] Guía técnica de aplicación al reglamento electrotécnico de baja tensión, BT-25, Septiembre 2003
- [5] Llopis Trillo, G. y Rodrigo Angulo, V. Guía de la Energía Geotérmica. Comunidad de Madrid, 2008
- [6] Guía técnica, Diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica, IDAE, 2010
- [7] Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- [8] Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- [9] Bombas de calor, Introducción general, T´uvento. <http://www.teuvento.com>
- [10] Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. <http://www.fenercom.com>
- [11] Instituto Geológico y Minero de España. <http://www.igme.es>
- [12] Plataforma Española de la Energía Geotérmica. <http://www.geoplat.org>
- [13] Sistemas Energéticos Sostenibles. <http://www.eneres.es>

[14] Weather Forecast & Reports. <http://www.wunderground.com>

[15] Photovoltaic Geographical Information System, Average Daily Solar Irradiance.

[16] Tutorial N°255, Guía para el cálculo de las cargas térmicas en los edificios, por Ingemecánica <http://www.ingemecanica.com>

[17] Quintela, F.R. y Redondo Melchor, R.C. Diccionario de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Salamanca.

[18] Software de dimensionamiento de bombas Wilo-Select. <http://www.wilo-select.com>

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA
Titulación: **Ingeniería de Minas,**
Especialidad en Energía y Combustibles

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y COMBUSTIBLES

Análisis de la demanda energética y proyecto
de climatización de una instalación geotérmica
en una vivienda unifamiliar

DOCUMENTO N° 2: ESTUDIO ECONÓMICO

1 Costes del proyecto

1.1 Mediciones

Unidad	Descripción	Cantidad
Ud	INTERCAMBIADORES GEOTÉRMICOS VERTICALES Perforación, instalación y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento. Incluye tuberías de polipropileno de alta densidad de diámetro 32 mm.	6
Ud	COLECTOR IMPULSIÓN Y RETORNO INSTALACIÓN GEOTÉRMICA Suministro y colocación de colector de diámetro 3" formado por tubería de acero negro. Se incluye aislamiento según R.I.T.E.	2
Ud	SISTEMA DE LLENADO DE LA INSTALACIÓN Montaje e instalación de sistema de alimentación de la instalación de agua, formado por 2 válvulas de bola, 1 válvula de retención, 1 filtro colador, 1 contador de agua y la parte proporcional de tubería desde la acometida de agua hasta la conexión del equipo.	1
Ud	BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA Grupo frigorífico agua-agua, tipo bomba de calor geotérmica, condensado por agua y con fluido refrigerante R410A, con compresores herméticos scroll. Marca: Rhoss. Modelo: TCHEY-THHEY 245 con recuperación de calor.	1
Ud	CONEXIONADO HIDRÁULICO BOMBA DE CALOR Suministro e instalación de conexión de bomba de calor a circuito hidráulico formada por: <ul style="list-style-type: none"> - Evaporador: 2 válvulas de bola, 2 manguitos antivibratorios, 2 termómetros impulsión/ retorno - Condensador: 2 válvulas de bola, 2 manguitos antivibratorios, 2 termómetros impulsión/ retorno 	1
Ud	BOMBA IMPULSIÓN LADO GEOTERMIA Ref. B1 Suministro e instalación de bomba gemela centrífuga de rotor seco con variador de frecuencia. Medio de impulsión: Agua limpia. Caudal: 7,34 m ³ /h. Altura de impulsión: 10,1 m. Marca: Wilo. Modelo: DP-E 32/110-0,75/2	1

Unidad	Descripción	Cantidad
Ud	BOMBA IMPULSIÓN LADO CIRCUITO SECUNDARIO Ref. B2 Suministro e instalación de bomba gemela centrífuga de rotor seco con variador de frecuencia. Medio de impulsión: Agua limpia. Caudal: 9,56 m ³ /h. Altura de impulsión: 4,84 m. Marca: Wilo. Modelo: DP-E 40/115-0,55/2	1
Ud	BOMBA IMPULSIÓN LADO SUELO RADIANTE Ref. B3 Suministro e instalación de bomba gemela centrífuga de rotor seco con variador de frecuencia. Medio de impulsión: Agua limpia. Caudal: 3,91 m ³ /h. Altura de impulsión: 3,81 m. Marca: Wilo. Modelo: DP-E 32/110-0,75/2	1
Ud	BOMBA IMPULSIÓN LADO A.C.S. Ref. B4 Suministro e instalación de bomba simple centrífuga de rotor seco. Medio de impulsión: Agua limpia. Caudal: 0,7 m ³ /h. Altura de impulsión: 2,33 m. Marca: Wilo. Modelo: Stratos ECO 25/1-5 BMS	1
Ud	VASO DE EXPANSIÓN Suministro e instalación de vaso de expansión sin transferencia de masa, para sistemas cerrados de calefacción y climatización. Presión máxima de trabajo: 6 bar. Capacidad del vaso: 80 litros.	3
Ud	DEPÓSITO ACUMULADOR A.C.S. Depósito acumulador para producción de A.C.S. con una capacidad de 300 litros incluyendo interconexión a circuito de agua caliente, resistencia eléctrica de apoyo para emergencias de 6 kW y aislamiento exterior.	1
Ud	AGUJA HIDRÁULICA Suministro y colocación de colector de diámetro 4" formado por tubería de acero negro soldado. Se incluye aislamiento según R.I.T.E.	1
Ud	COLECTOR DE 3 SALIDAS Ref. C 3 Colector compacto de impulsión y retorno con indicador de caudal incorporado para cada circuito. Marca: Roth	1
Ud	COLECTOR DE 5 SALIDAS Ref. C 7 Colector compacto de impulsión y retorno con indicador de caudal incorporado para cada circuito. Marca: Roth	1

Unidad	Descripción	Cantidad
Ud	COLECTOR DE 8 SALIDAS Ref. C 1 y C 6 Colector compacto de impulsión y retorno con indicador de caudal incorporado para cada circuito. Marca: Roth	2
Ud	COLECTOR DE 10 SALIDAS Ref. C 4 Colector compacto de impulsión y retorno con indicador de caudal incorporado para cada circuito. Marca: Roth	1
Ud	COLECTOR DE 11 SALIDAS Ref. C 2 y C 5 Colector compacto de impulsión y retorno con indicador de caudal incorporado para cada circuito. Marca: Roth	2
Ud	CAJA EMPOTRABLE PARA COLECTORES R550 Caja empotrable para colectores, incorpora pletinas para la fijación de los colectores de impulsión y retorno. Para colectores de 3 a 5 salidas.	2
Ud	CAJA EMPOTRABLE PARA COLECTORES R750 Caja empotrable para colectores, incorpora pletinas para la fijación de los colectores de impulsión y retorno. Para colectores de 6 a 9 salidas.	2
Ud	CAJA EMPOTRABLE PARA COLECTORES R950 Caja empotrable para colectores, incorpora pletinas para la fijación de los colectores de impulsión y retorno. Para colectores de 10 a 12 salidas.	3
m	TUBOS DE POLIETILENO PARA SUELO RADIANTE Tubos PE-X de polietileno reticulado. Destinado a su utilización en instalaciones de agua caliente y fría en el interior de la estructura de los edificios. Diámetro: 20 mm. Espesor: 1,9 mm.	4.144,82
m ²	PLACA AISLANTE DE TETONES PARA SUELO RADIANTE Sistema de placas base aislantes con tetones para la instalación de tubería para suelo radiante, fabricadas en polietileno expandido (EPS) de baja conductividad térmica y alta densidad.	374,06
m	TUBERÍA POLIETILENO RETICULADO Ø 20 mm Tubería de polipropileno. Destinado a su utilización para el conexionado de las diferentes partes del circuito hidráulico de la instalación. Diámetro: 20 mm. Espesor: 1,9 mm.	40

Unidad	Descripción	Cantidad
m	TUBERÍA POLIETILENO RETICULADO Ø 25 mm Tubería de polipropileno. Destinado a su utilización para el conexionado de las diferentes partes del circuito hidráulico de la instalación. Diámetro: 25 mm. Espesor: 2,3 mm.	64
m	TUBERÍA POLIETILENO RETICULADO Ø 32 mm Tubería de polipropileno. Destinado a su utilización para el conexionado de las diferentes partes del circuito hidráulico de la instalación. Diámetro: 32 mm. Espesor: 2,9 mm.	51
m	TUBERÍA POLIETILENO RETICULADO Ø 40 mm Tubería de polipropileno. Destinado a su utilización para el conexionado de las diferentes partes del circuito hidráulico de la instalación. Diámetro: 40 mm. Espesor: 3,7 mm.	70
m	TUBERÍA POLIETILENO RETICULADO Ø 50 mm Tubería de polipropileno. Destinado a su utilización para el conexionado de las diferentes partes del circuito hidráulico de la instalación. Diámetro: 50 mm. Espesor: 4,6 mm.	36
m	TUBERÍA POLIETILENO RETICULADO Ø 63 mm Tubería de polipropileno. Destinado a su utilización para el conexionado de las diferentes partes del circuito hidráulico de la instalación. Diámetro: 63 mm. Espesor: 5,8 mm.	30
Ud	VÁLVULA BOLA Ø 20 mm Válvula de interrupción, completa de accesorios para roscar e instalar en los puntos indicados en el esquema de principio de la instalación. Diámetro: 20 mm.	2
Ud	VÁLVULA BOLA Ø 25 mm Válvula de interrupción, completa de accesorios para roscar e instalar en los puntos indicados en el esquema de principio de la instalación. Diámetro: 25 mm.	5
Ud	VÁLVULA BOLA Ø 32 mm Válvula de interrupción, completa de accesorios para roscar e instalar en los puntos indicados en el esquema de principio de la instalación. Diámetro: 32 mm.	7

Unidad	Descripción	Cantidad
Ud	VÁLVULA BOLA Ø 50 mm Válvula de interrupción, completa de accesorios para roscar e instalar en los puntos indicados en el esquema de principio de la instalación. Diámetro: 50 mm.	4
	VÁLVULA BOLA Ø 63 mm Válvula de interrupción, completa de accesorios para roscar e instalar en los puntos indicados en el esquema de principio de la instalación. Diámetro: 63 mm.	2
Ud	VÁLVULA DE EQUILIBRADO STAF Válvula de equilibrado de asiento inclinado. Empleada para el equilibrado de caudales y presión en el sistema hidráulico de la instalación.	1
Ud	FILTRO HIERRO Ø 32 mm Filtro realizado en hierro con tamiz de acero inoxidable. Colocado antes de las bombas de impulsión para protegerlas de posibles partículas que arrastre el fluido. Diámetro: 32 mm	1
Ud	FILTRO HIERRO Ø 50 mm Filtro realizado en hierro con tamiz de acero inoxidable. Colocado antes de las bombas de impulsión para protegerlas de posibles partículas que arrastre el fluido. Diámetro: 50 mm	1
Ud	FILTRO HIERRO Ø 63 mm Filtro realizado en hierro con tamiz de acero inoxidable. Colocado antes de las bombas de impulsión para protegerlas de posibles partículas que arrastre el fluido. Diámetro: 63 mm	2
Ud	MANÓMETRO Manómetro con esfera, tarado de 0 a 6 kg/cm ² , completo de accesorios de montaje.	4
Ud	TERMÓMETRO Termómetro de mercurio tipo columna, a realizar en la tubería en los puntos indicados en el esquema de principio. Graduación: 0 a 100°C	8

1.2 Precios unitarios

Los precios unitarios de los elementos detallados y descritos en el apartado anterior son los siguientes.

Elemento	Cantidad	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
Intercambiadores geotérmicos verticales	6	5.000,00	30.000
Colector impulsión y retorno instalación geotérmica	2	1.480,71	2.961,42
Sistema de llenado de la instalación	1	879,58	879,58
Bomba de calor geotérmica	1	8.446,88	8.446,88
Conexionado hidráulico bomba de calor	1	752,24	752,24
Bomba de impulsión lado geotermia Ref. B1	1	3.985,41	3.985,41
Bomba de impulsión lado circuito secundario Ref. B2	1	1.989,31	1.989,31
Bomba de impulsión lado suelo radiante Ref. B3	1	985,59	985,59
Bomba de impulsión lado A.C.S. Ref. B4	1	444,56	444,56
Vaso de expansión	3	247,85	743,55
Deposito acumulador para A.C.S.	1	1.726,02	1.726,02
Aguja hidráulica	1	1.581,58	1.581,58
Colector de 3 salidas Ref. C 3	1	132,12	132,12
Colector de 5 salidas Ref. C 7	1	175,80	175,80
Colector de 8 salidas Ref. C 1 y C 6	2	241,80	483,60
Colector de 10 salidas Ref. C 4	1	290,20	290,20
Colector de 11 salidas Ref. C 2 y C 5	2	310,90	621,80
Caja empotrable para colectores R550	2	108,20	216,40
Caja empotrable para colectores R750	2	121,50	243,00
Caja empotrable para colectores R950	3	127,20	381,60
Tubos de polietileno para suelo radiante	4.144,82	1,29	5.346,82
Placa aislante de tetones para suelo radiante	374,06	12,10	4.526,13
Tubería de polietileno reticulado Ø 20 mm	40	6,57	262,80
Tubería de polietileno reticulado Ø 25 mm	64	7,24	463,36
Tubería de polietileno reticulado Ø 32 mm	51	8,60	438,60
Tubería de polietileno reticulado Ø 40 mm	70	10,20	714,00
Tubería de polietileno reticulado Ø 50 mm	36	12,88	463,68
Tubería de polietileno reticulado Ø 63 mm	30	17,71	531,30

Elemento	Cantidad	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
Válvula de bola Ø 20 mm	2	14,04	28,08
Válvula de bola Ø 25 mm	5	21,72	108,60
Válvula de bola Ø 32 mm	7	26,29	184,03
Válvula de bola Ø 50 mm	4	43,05	172,20
Válvula de bola Ø 63 mm	2	75,14	150,28
Válvula de equilibrado STAF	1	315,46	315,46
Filtro de hierro Ø 32 mm	1	37,55	37,55
Filtro de hierro Ø 50 mm	1	69,05	69,05
Filtro de hierro Ø 63 mm	2	132,34	264,68
Manómetro	4	44,74	178,96
Termómetro	8	25,41	203,28

1.3 Presupuesto

La suma de todos los precios totales calculados en el apartado precedente da el presupuesto total que sería necesario para llevar a cabo la instalación presentada.

El presupuesto final de la instalación de climatización de la vivienda unifamiliar mediante el empleo de geotermia asciende a la cantidad total de **71 499,51 €** (Setenta y un mil cuatrocientos noventa y nueve euros con cincuenta y un céntimos).

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA
Titulación: **Ingeniería de Minas,**
Especialidad en Energía y Combustibles

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y COMBUSTIBLES

Análisis de la demanda energética y proyecto
de climatización de una instalación geotérmica
en una vivienda unifamiliar

DOCUMENTO N° 3: ANEXOS

1 Anexo A: Cálculo de cargas térmicas

1.1 Cálculo de potencias de calefacción

CARGAS POR TRANSMISIÓN

$$Q_{\text{trans}} [\text{W}] = U [\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}] * S [\text{m}^2] * \Delta T [^\circ\text{C}]$$

Cerramientos

U [W/m ² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m ²]	552,83	

	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T _{exterior min} [°C]	-6,80	-5,90	-3,70	-0,10	0,90	4,10	10,70	12,80	6,50	0,80	-3,10	-7,90
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W]	-10.044,88	-9.719,69	-8.924,77	-7.624,00	-7.262,67	0,00	0,00	0,00	-5.239,24	-7.298,80	-8.707,98	-10.442,34
Q _{transmisión} [kcal/h]	-8.638,60	-8.358,93	-7.675,30	-6.556,64	-6.245,90	0,00	0,00	0,00	-4.505,75	-6.276,97	-7.488,86	-8.980,42

Cubierta

U [W/m ² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m ²]	323,25	

	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T _{exterior min} [°C]	-6,80	-5,90	-3,70	-0,10	0,90	4,10	10,70	12,80	6,50	0,80	-3,10	-7,90
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W]	-3.303,81	-3.196,85	-2.935,40	-2.507,56	-2.388,72	0,00	0,00	0,00	-1.723,21	-2.400,61	-2.864,09	-3.434,53
Q _{transmisión} [kcal/h]	-2.841,27	-2.749,29	-2.524,44	-2.156,51	-2.054,30	0,00	0,00	0,00	-1.481,96	-2.064,52	-2.463,12	-2.953,70

Vidrios

U [W/m ² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m ²]	115,44	

	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T _{exterior min} [°C]	-6,80	-5,90	-3,70	-0,10	0,90	4,10	10,70	12,80	6,50	0,80	-3,10	-7,90
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W]	-5.455,69	-5.279,07	-4.847,33	-4.140,83	-3.944,58	0,00	0,00	0,00	-2.845,60	-3.964,21	-4.729,58	-5.671,57
Q _{transmisión} [kcal/h]	-4.691,90	-4.540,00	-4.168,70	-3.561,12	-3.392,34	0,00	0,00	0,00	-2.447,21	-3.409,22	-4.067,44	-4.877,55

Contacto con terreno

U [W/m ² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m ²]	324,06	

	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T _{exterior min} [°C]	-6,80	-5,90	-3,70	-0,10	0,90	4,10	10,70	12,80	6,50	0,80	-3,10	-7,90
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W]	-5.812,17	-5.624,01	-5.164,05	-4.411,40	-4.202,33	0,00	0,00	0,00	-3.031,53	-4.223,23	-5.038,61	-6.042,15
Q _{transmisión} [kcal/h]	-4.998,47	-4.836,65	-4.441,09	-3.793,80	-3.614,00	0,00	0,00	0,00	-2.607,11	-3.631,98	-4.333,20	-5.196,25

CARGAS POR INFILTRACIÓN

$$Q_{\text{infiltr}} [\text{kcal/h}] = c_{p,\text{aire}} [\text{kcal/kg } ^\circ\text{C}] \cdot \rho_{\text{aire}} [\text{kg/m}^3] \cdot \dot{v} [\text{m}^3/\text{h}] \cdot \Delta T [^\circ\text{C}] \cdot C_{\text{infiltr}}$$

$c_{p,\text{aire}} [\text{kcal/kg } ^\circ\text{C}]$	0,24
$\rho_{\text{aire}} [\text{kg/m}^3]$	1,2
$\dot{v} [\text{m}^3/\text{h}]$	1603,68
C_{infiltr}	5%

	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
$T_{\text{exterior min}} [^\circ\text{C}]$	-6,80	-5,90	-3,70	-0,10	0,90	4,10	10,70	12,80	6,50	0,80	-3,10	-7,90
$T_{\text{interior}} [^\circ\text{C}]$	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{infiltración}} [\text{kcal/h}]$	-641,99	-621,20	-570,40	-487,26	-464,17	0,00	0,00	0,00	-334,85	-466,48	-556,54	-667,39
$Q_{\text{infiltración}} [\text{W}]$	-746,49	-722,33	-663,25	-566,58	-539,73	0,00	0,00	0,00	-389,36	-542,42	-647,14	-776,03

CARGAS PRODUCCIÓN ACS

$$Q_{\text{ACS}} [\text{kcal/h}] = c_{p,\text{agua}} [\text{kcal/kg } ^\circ\text{C}] \cdot \rho_{\text{agua}} [\text{kg/m}^3] \cdot v [\text{m}^3] \cdot \frac{1}{t_{\text{calent}} [\text{h}]} \cdot \Delta T [^\circ\text{C}]$$

$c_{p,\text{agua}} [\text{kcal/kg } ^\circ\text{C}]$	1
$\rho_{\text{agua}} [\text{kg/m}^3]$	1000
$v [\text{m}^3]$	0,18

	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
$T_{\text{red}} [^\circ\text{C}]$	6,00	7,00	9,00	11,00	12,00	13,00	14,00	13,00	12,00	11,00	9,00	6,00
$T_{\text{interior}} [^\circ\text{C}]$	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
$Q_{\text{ACS}} [\text{kcal}]$	-9.720,00	-9.540,00	-9.180,00	-8.820,00	-8.640,00	0,00	0,00	0,00	-8.640,00	-8.820,00	-9.180,00	-9.720,00
$Q_{\text{ACS}} [\text{W h}]$	-11.302,33	-11.093,02	-10.674,42	-10.255,81	-10.046,51	0,00	0,00	0,00	-10.046,51	-10.255,81	-10.674,42	-11.302,33
$t_{\text{calentamiento}} [\text{h}]$	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
$Q_{\text{ACS}} [\text{W}]$	-5.651,16	-5.546,51	-5.337,21	-5.127,91	-5.023,26	0,00	0,00	0,00	-5.023,26	-5.127,91	-5.337,21	-5.651,16

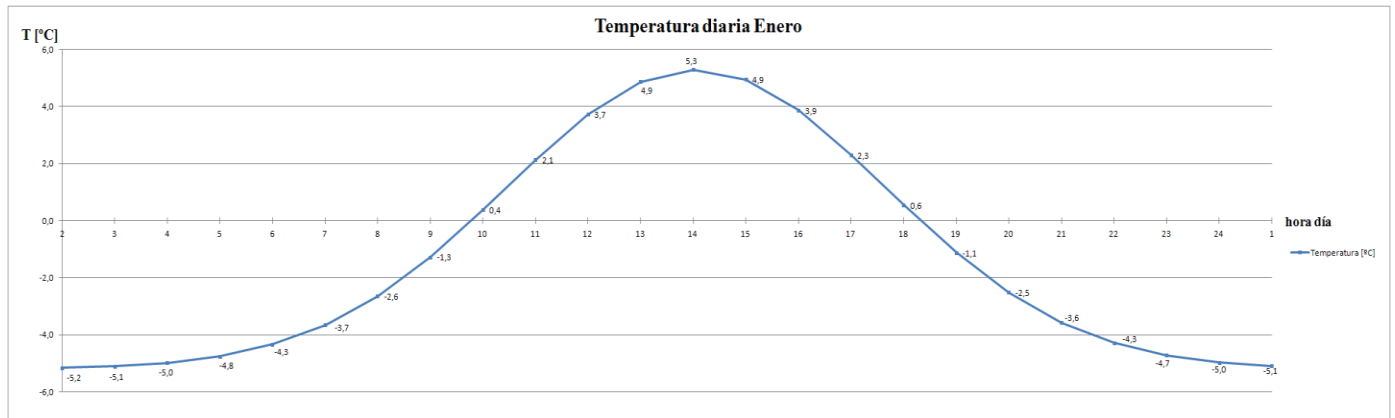
POTENCIA TOTAL

	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pot. calefacción [W]	-31.014,21	-30.088,46	-27.872,01	-24.378,28	-23.361,29	0,00	0,00	0,00	-18.252,19	-23.557,17	-27.324,60	-32.017,79
Pot. calefacción [kW]	-31,01	-30,09	-27,87	-24,38	-23,36	0,00	0,00	0,00	-18,25	-23,56	-27,32	-32,02
Ratio [W/m ²]	-58,02	-56,29	-52,14	-45,60	-43,70	0,00	0,00	0,00	-34,14	-44,07	-51,12	-59,90

Potencia máxima calefacción [kW]	32,02
----------------------------------	-------

1.2 Cálculo de energía de calefacción

1.2.1 ENERO



ENERO

nº días 31

CARGAS POR TRANSMISIÓN

Cerramientos

U [W/m ² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m ²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-2,6	-1,3	0,4	2,1	3,7	4,9	5,3	4,9	3,9	2,3	0,6	-1,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-264.813,91	-249.495,84	-231.000,41	-211.315,78	-193.451,35	-180.744,57	-175.857,75	-179.871,41	-191.895,88	-209.391,89	-229.042,28	-247.766,17
Q _{transmisión} [kcal]	-227.739,96	-214.566,42	-198.660,35	-181.731,57	-166.368,16	-155.440,33	-151.237,67	-154.689,42	-165.030,46	-180.077,02	-196.976,36	-213.078,90

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-2,5	-3,6	-4,3	-4,7	-5,0	-5,1	-5,2	-5,1	-5,0	-4,8	-4,3	-3,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-263.456,07	-275.223,29	-283.200,74	-288.119,54	-290.889,22	-292.317,49	-293.035,52	-292.411,24	-291.080,84	-288.478,47	-283.815,45	-276.182,68
Q _{transmisión} [kcal]	-226.572,22	-236.692,03	-243.552,64	-247.782,81	-250.164,73	-251.393,04	-252.010,54	-251.473,67	-250.329,52	-248.091,48	-244.081,29	-237.517,10

Cubierta

U [W/m ² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m ²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-2,6	-1,3	0,4	2,1	3,7	4,9	5,3	4,9	3,9	2,3	0,6	-1,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-87.098,41	-82.060,24	-75.977,01	-69.502,65	-63.626,97	-59.447,65	-57.840,36	-59.160,47	-63.115,37	-68.869,88	-75.332,97	-81.491,34
Q _{transmisión} [kcal]	-74.904,64	-70.571,80	-65.340,23	-59.772,28	-54.719,19	-51.124,98	-49.742,71	-50.878,00	-54.279,22	-59.228,09	-64.786,36	-70.082,55

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-2,5	-3,6	-4,3	-4,7	-5,0	-5,1	-5,2	-5,1	-5,0	-4,8	-4,3	-3,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-86.651,81	-90.522,11	-93.145,92	-94.763,74	-95.674,70	-96.144,46	-96.380,62	-96.175,29	-95.737,72	-94.881,79	-93.348,10	-90.837,65
Q _{transmisión} [kcal]	-74.520,56	-77.849,01	-80.105,49	-81.496,81	-82.280,24	-82.684,23	-82.887,33	-82.710,75	-82.334,44	-81.598,34	-80.279,37	-78.120,38

Vidrios

U [W/m ² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m ²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-2,6	-1,3	0,4	2,1	3,7	4,9	5,3	4,9	3,9	2,3	0,6	-1,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-143.828,80	-135.509,07	-125.463,62	-114.772,27	-105.069,54	-98.168,09	-95.513,90	-97.693,85	-104.224,72	-113.727,35	-124.400,10	-134.569,63
Q _{transmisión} [kcal]	-123.692,77	-116.537,80	-107.898,71	-98.704,16	-90.359,80	-84.424,55	-82.141,96	-84.016,71	-89.633,26	-97.805,52	-106.984,09	-115.729,89

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-2,5	-3,6	-4,3	-4,7	-5,0	-5,1	-5,2	-5,1	-5,0	-4,8	-4,3	-3,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-143.091,31	-149.482,47	-153.815,27	-156.486,83	-157.991,13	-158.766,86	-159.156,85	-158.817,78	-158.095,20	-156.681,77	-154.149,14	-150.003,54
Q _{transmisión} [kcal]	-123.058,53	-128.554,92	-132.281,13	-134.578,67	-135.872,37	-136.539,50	-136.874,89	-136.583,29	-135.961,87	-134.746,32	-132.568,26	-129.003,04

Contacto con terreno

U [W/m ² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m ²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-2,6	-1,3	0,4	2,1	3,7	4,9	5,3	4,9	3,9	2,3	0,6	-1,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-153.226,66	-144.363,32	-133.661,49	-122.271,57	-111.934,85	-104.582,45	-101.754,84	-104.077,22	-111.034,83	-121.158,37	-132.528,48	-143.362,50
Q _{transmisión} [kcal]	-131.774,93	-124.152,46	-114.948,88	-105.153,55	-96.263,97	-89.940,91	-87.509,16	-89.506,41	-95.489,95	-104.196,19	-113.974,49	-123.291,75

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-2,5	-3,6	-4,3	-4,7	-5,0	-5,1	-5,2	-5,1	-5,0	-4,8	-4,3	-3,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-152.440,99	-159.249,74	-163.865,66	-166.711,77	-168.314,37	-169.140,79	-169.556,26	-169.195,04	-168.425,24	-166.919,46	-164.221,34	-159.804,86
Q _{transmisión} [kcal]	-131.099,25	-136.954,78	-140.924,46	-143.372,13	-144.750,36	-145.461,08	-145.818,38	-145.507,73	-144.845,71	-143.550,73	-141.230,35	-137.432,18

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodom. [W]	12.020
$S_{habitable}$ [m ²]	534,56
$\rho_{potencia}$ [W/m ²]	22,49
$C_{simultaneidad}$	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{internas}$ [W h]	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00
$Q_{internas}$ [kcal]	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{internas}$ [W h]	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00
$Q_{internas}$ [kcal]	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60

CARGAS PRODUCCIÓN ACS

$C_{p, agua}$ [kcal/kg °C]	1
ρ_{agua} [kg/m ³]	1000
v [m ³]	0,18

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{red} [°C]	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
$T_{interior}$ [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q_{ACS} [kcal]	-301.320,00	-301.320,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00
Q_{ACS} [W h]	-350.372,09	-350.372,09	0,00	0,00	0,00	0,00	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09

	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T_{red} [°C]	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
$T_{interior}$ [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q_{ACS} [kcal]	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-301.320,00	-301.320,00
Q_{ACS} [W h]	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-350.372,09	-350.372,09

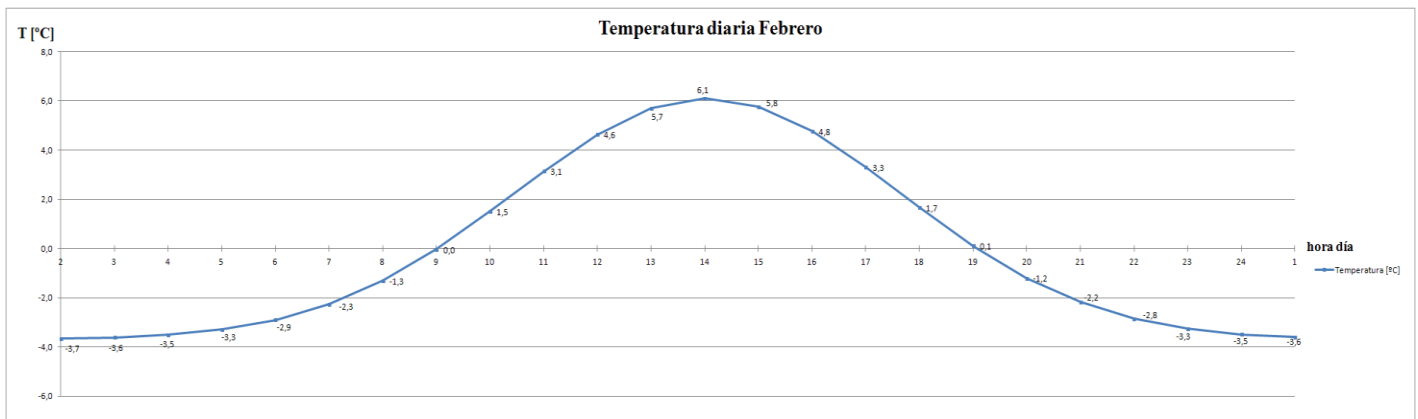
ENERGÍA TOTAL ENERO

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía Calefac [Wh]	-372.167,87	-125.072,85	73.604,38	203.799,73	271.904,68	266.617,56	172.975,39	4.731,32	-252.733,15	-538.386,68	-588.003,38	-635.280,66
Energía Calefac [kWh]	-372,17	-125,07	73,60	203,80	271,90	266,62	172,98	4,73	-252,73	-538,39	-588,00	-635,28
Ratio [Wh/m ²]	-696,21	-233,97	137,69	381,25	508,65	498,76	323,58	8,85	-472,79	-1.007,16	-1.099,98	-1.188,42

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía Calefac [Wh]	-674.897,21	-704.609,13	-724.751,96	-386.799,70	-726.675,10	-730.281,43	-732.094,43	-730.518,16	-727.158,93	-720.588,01	-726.304,10	-686.908,50
Energía Calefac [kWh]	-674,90	-704,61	-724,75	-386,80	-726,68	-730,28	-732,09	-730,52	-727,16	-720,59	-726,30	-686,91
Ratio [Wh/m ²]	-1.262,53	-1.318,11	-1.355,79	-723,59	-1.359,39	-1.366,14	-1.369,53	-1.366,58	-1.360,29	-1.348,00	-1.358,70	-1.285,00

Energía Total [kWh/mes]	-9.789,60
-------------------------	-----------

1.2.2 FEBRERO

**FEBRERO**

nº días 28

CARGAS POR TRANSMISIÓN**Cerramientos**

U [W/m² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-1,3	0,0	1,5	3,1	4,6	5,7	6,1	5,8	4,8	3,3	1,7	0,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-225.736,54	-212.823,24	-197.231,39	-180.637,04	-165.577,13	-154.865,18	-150.745,54	-154.129,10	-164.265,86	-179.015,17	-195.580,67	-211.365,11
Q _{transmisión} [kcal]	-194.133,42	-183.027,98	-169.619,00	-155.347,85	-142.396,33	-133.184,05	-129.641,16	-132.551,03	-141.268,64	-153.953,05	-168.199,38	-181.773,99

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-1,2	-2,2	-2,8	-3,3	-3,5	-3,6	-3,7	-3,6	-3,5	-3,3	-2,9	-2,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-224.591,86	-234.511,76	-241.236,83	-245.383,43	-247.718,31	-248.922,35	-249.527,66	-249.001,39	-247.879,84	-245.686,01	-241.755,04	-235.320,53
Q _{transmisión} [kcal]	-193.149,00	-201.680,11	-207.463,68	-211.029,75	-213.037,74	-214.073,22	-214.593,78	-214.141,19	-213.176,66	-211.289,97	-207.909,34	-202.375,66

Cubierta

U [W/m² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-1,3	0,0	1,5	3,1	4,6	5,7	6,1	5,8	4,8	3,3	1,7	0,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-74.245,70	-69.998,46	-64.870,24	-59.412,28	-54.459,02	-50.935,81	-49.580,85	-50.693,71	-54.027,74	-58.878,85	-64.327,31	-69.518,88
Q _{transmisión} [kcal]	-63.851,30	-60.198,68	-55.788,40	-51.094,56	-46.834,76	-43.804,80	-42.639,53	-43.596,59	-46.463,85	-50.635,81	-55.321,49	-59.786,23

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-1,2	-2,2	-2,8	-3,3	-3,5	-3,6	-3,7	-3,6	-3,5	-3,3	-2,9	-2,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-73.869,21	-77.131,91	-79.343,81	-80.707,65	-81.475,60	-81.871,61	-82.070,70	-81.897,61	-81.528,73	-80.807,17	-79.514,26	-77.397,92
Q _{transmisión} [kcal]	-63.527,52	-66.333,44	-68.235,68	-69.408,58	-70.069,01	-70.409,59	-70.580,80	-70.431,94	-70.114,71	-69.494,17	-68.382,26	-66.562,21

Vidrios

U [W/m² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-1,3	0,0	1,5	3,1	4,6	5,7	6,1	5,8	4,8	3,3	1,7	0,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-122.604,64	-115.591,03	-107.122,60	-98.109,68	-89.930,17	-84.112,17	-81.874,67	-83.712,38	-89.217,98	-97.228,80	-106.226,04	-114.799,07
Q _{transmisión} [kcal]	-105.439,99	-99.408,28	-92.125,44	-84.374,33	-77.339,95	-72.336,47	-70.412,21	-71.992,65	-76.727,46	-83.616,77	-91.354,40	-98.727,20

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-1,2	-2,2	-2,8	-3,3	-3,5	-3,6	-3,7	-3,6	-3,5	-3,3	-2,9	-2,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-121.982,94	-127.370,75	-131.023,35	-133.275,50	-134.543,64	-135.197,59	-135.526,35	-135.240,52	-134.631,37	-133.439,84	-131.304,80	-127.810,02
Q _{transmisión} [kcal]	-104.905,32	-109.538,84	-112.680,08	-114.616,93	-115.707,53	-116.269,93	-116.552,66	-116.306,85	-115.782,98	-114.758,26	-112.922,13	-109.916,61

Contacto con terreno

U [W/m² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-1,3	0,0	1,5	3,1	4,6	5,7	6,1	5,8	4,8	3,3	1,7	0,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-130.615,71	-123.143,82	-114.122,06	-104.520,23	-95.806,26	-89.608,11	-87.224,41	-89.182,20	-95.047,54	-103.581,79	-113.166,92	-122.300,11
Q _{transmisión} [kcal]	-112.329,51	-105.903,68	-98.144,97	-89.887,40	-82.393,39	-77.062,98	-75.012,99	-76.696,69	-81.740,88	-89.080,34	-97.323,55	-105.178,10

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-1,2	-2,2	-2,8	-3,3	-3,5	-3,6	-3,7	-3,6	-3,5	-3,3	-2,9	-2,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-129.953,38	-135.693,23	-139.584,49	-141.983,80	-143.334,80	-144.031,49	-144.381,73	-144.077,22	-143.428,27	-142.158,88	-139.884,34	-136.161,20
Q _{transmisión} [kcal]	-111.759,90	-116.696,18	-120.042,66	-122.106,07	-123.267,93	-123.867,08	-124.168,29	-123.906,41	-123.348,31	-122.256,64	-120.300,53	-117.098,63

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodom. [W]	12.020
$S_{habitable}$ [m^2]	534,56
$\rho_{potencia}$ [W/m^2]	22,49
$C_{simultaneidad}$	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{internas}$ [W h]	168.280,00	168.280,00	0,00	0,00	0,00	0,00	168.280,00	168.280,00	168.280,00	168.280,00	168.280,00	168.280,00
$Q_{internas}$ [kcal]	144.720,80	144.720,80	0,00	0,00	0,00	0,00	144.720,80	144.720,80	144.720,80	144.720,80	144.720,80	144.720,80

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{internas}$ [W h]	168.280,00	168.280,00	168.280,00	168.280,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	168.280,00	168.280,00
$Q_{internas}$ [kcal]	144.720,80	144.720,80	144.720,80	144.720,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	144.720,80	144.720,80

CARGAS PRODUCCIÓN ACS

$C_{p, agua}$ [kcal/kg °C]	1
ρ_{agua} [kg/m ³]	1000
v [m ³]	0,18

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{red} [°C]	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
$T_{interior}$ [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q_{ACS} [kcal]	-267.120,00	-267.120,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-267.120,00	-267.120,00	-267.120,00	-267.120,00	-267.120,00	-267.120,00
Q_{ACS} [W h]	-310.604,65	-310.604,65	0,00	0,00	0,00	0,00	-310.604,65	-310.604,65	-310.604,65	-310.604,65	-310.604,65	-310.604,65

	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T_{red} [°C]	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
$T_{interior}$ [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q_{ACS} [kcal]	-267.120,00	-267.120,00	-267.120,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-267.120,00	-267.120,00
Q_{ACS} [W h]	-310.604,65	-310.604,65	-310.604,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-310.604,65	-310.604,65

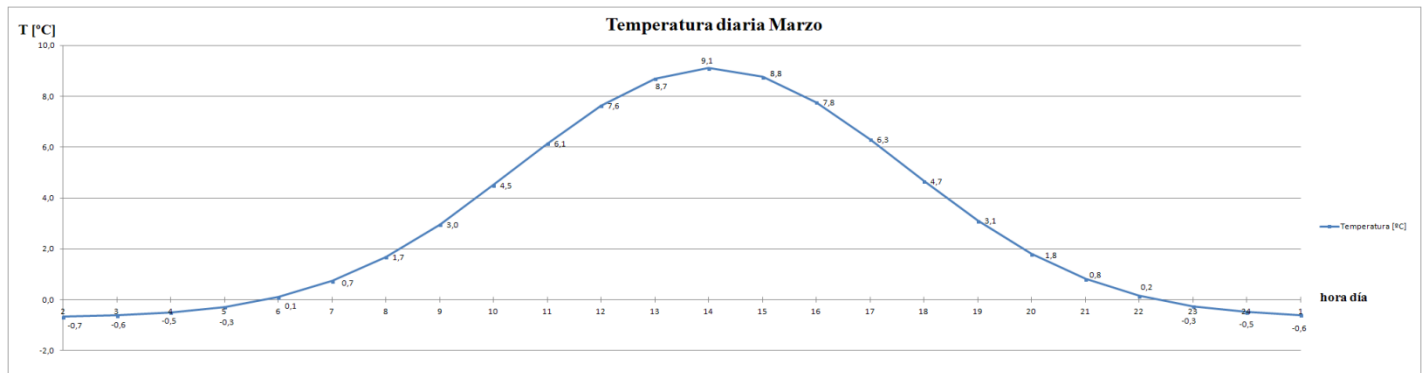
ENERGÍA TOTAL FEBRERO

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía calefac [Wh]	-261.276,67	-65.306,40	94.869,00	206.009,89	263.509,65	258.100,49	184.480,11	46.110,58	-152.585,97	-445.152,33	-496.716,70	-536.571,96
Energía calefac [kWh]	-261,28	-65,31	94,87	206,01	263,51	258,10	184,48	46,11	-152,59	-445,15	-496,72	-536,57
Ratio [Wh/m ²]	-488,77	-122,17	177,47	385,38	492,95	482,83	345,11	86,26	-285,44	-832,75	-929,21	-1.003,76

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía calefac [Wh]	-569.969,14	-595.016,60	-611.997,22	-311.862,63	-618.425,75	-621.465,93	-622.994,31	-621.665,49	-618.833,62	-613.294,27	-613.305,69	-580.830,46
Energía calefac [kWh]	-569,97	-595,02	-612,00	-311,86	-618,43	-621,47	-622,99	-621,67	-618,83	-613,29	-613,31	-580,83
Ratio [Wh/m ²]	-1.066,24	-1.113,10	-1.144,86	-583,40	-1.156,89	-1.162,57	-1.165,43	-1.162,95	-1.157,65	-1.147,29	-1.147,31	-1.086,56

Energía Total [kWh/mes]	-7.904,19
-------------------------	-----------

1.2.3 MARZO

**MARZO**

nº días 31

CARGAS POR TRANSMISIÓN**Cerramientos**

U [W/m ² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m ²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	1,7	3,0	4,5	6,1	7,6	8,7	9,1	8,8	7,8	6,3	4,7	3,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-216.319,20	-202.022,34	-184.759,93	-166.387,61	-149.714,14	-137.854,48	-133.293,46	-137.039,54	-148.262,38	-164.591,98	-182.932,35	-200.407,98
Q _{transmisión} [kcal]	-186.034,51	-173.739,21	-158.893,54	-143.093,35	-128.754,16	-118.554,86	-114.632,37	-117.854,00	-127.505,65	-141.549,10	-157.321,82	-172.350,86

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	1,8	0,8	0,2	-0,3	-0,5	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,3	0,1	0,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-215.051,88	-226.034,63	-233.480,24	-238.071,13	-240.656,16	-241.989,21	-242.659,37	-242.076,71	-240.835,00	-238.406,12	-234.053,98	-226.930,05
Q _{transmisión} [kcal]	-184.944,62	-194.389,78	-200.793,01	-204.741,17	-206.964,30	-208.110,72	-208.687,06	-208.185,97	-207.118,10	-205.029,27	-201.286,42	-195.159,85

Cubierta

U [W/m ² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m ²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	1,7	3,0	4,5	6,1	7,6	8,7	9,1	8,8	7,8	6,3	4,7	3,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-71.148,30	-66.446,00	-60.768,32	-54.725,59	-49.241,62	-45.340,92	-43.840,78	-45.072,88	-48.764,12	-54.135,00	-60.167,22	-65.915,03
Q _{transmisión} [kcal]	-61.187,54	-57.143,56	-52.260,76	-47.064,01	-42.347,79	-38.993,19	-37.703,07	-38.762,68	-41.937,15	-46.556,10	-51.743,81	-56.686,93

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	1,8	0,8	0,2	-0,3	-0,5	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,3	0,1	0,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-70.731,47	-74.343,74	-76.792,64	-78.302,60	-79.152,83	-79.591,27	-79.811,69	-79.620,05	-79.211,65	-78.412,78	-76.981,34	-74.638,25
Q _{transmisión} [kcal]	-60.829,07	-63.935,62	-66.041,67	-67.340,24	-68.071,43	-68.448,50	-68.638,06	-68.473,25	-68.122,02	-67.434,99	-66.203,96	-64.188,90

Vidrios

U [W/m ² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m ²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	1,7	3,0	4,5	6,1	7,6	8,7	9,1	8,8	7,8	6,3	4,7	3,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-117.489,79	-109.724,71	-100.348,96	-90.370,37	-81.314,48	-74.873,13	-72.395,89	-74.430,50	-80.525,98	-89.395,10	-99.356,34	-108.847,90
Q _{transmisión} [kcal]	-101.041,22	-94.363,25	-86.300,10	-77.718,52	-69.930,45	-64.390,89	-62.260,46	-64.010,23	-69.252,34	-76.879,79	-85.446,45	-93.609,20

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	1,8	0,8	0,2	-0,3	-0,5	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,3	0,1	0,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-116.801,47	-122.766,55	-126.810,50	-129.303,95	-130.707,96	-131.431,99	-131.795,97	-131.479,51	-130.805,10	-129.485,90	-127.122,11	-123.252,88
Q _{transmisión} [kcal]	-100.449,27	-105.579,23	-109.057,03	-111.201,40	-112.408,85	-113.031,51	-113.344,53	-113.072,38	-112.492,39	-111.357,87	-109.325,01	-105.997,48

Contacto con terreno

U [W/m ² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m ²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	1,7	3,0	4,5	6,1	7,6	8,7	9,1	8,8	7,8	6,3	4,7	3,1
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-125.166,65	-116.894,20	-106.905,82	-96.275,23	-86.627,62	-79.765,38	-77.126,28	-79.293,84	-85.787,60	-95.236,24	-105.848,34	-115.960,09
Q _{transmisión} [kcal]	-107.643,32	-100.529,01	-91.939,01	-82.796,69	-74.499,75	-68.598,23	-66.328,60	-68.192,70	-73.777,34	-81.903,16	-91.029,58	-99.725,68

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	1,8	0,8	0,2	-0,3	-0,5	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,3	0,1	0,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-124.433,35	-130.788,19	-135.096,38	-137.752,75	-139.248,51	-140.019,83	-140.407,60	-140.070,47	-139.351,99	-137.946,59	-135.428,35	-131.306,30
Q _{transmisión} [kcal]	-107.012,68	-112.477,84	-116.182,88	-118.467,37	-119.753,71	-120.417,06	-120.750,54	-120.460,60	-119.842,71	-118.634,07	-116.468,38	-112.923,42

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodom. [W]	12.020
S _{habitable} [m ²]	534,56
P _{potencia} [W/m ²]	22,49
C _{simultaneidad}	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Q _{internas} [W h]	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00
Q _{internas} [kcal]	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Q _{internas} [W h]	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00
Q _{internas} [kcal]	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60

CARGAS PRODUCCIÓN ACS

C _{p, agua} [kcal/kg °C]	1
ρ _{agua} [kg/m ³]	1000
v [m ³]	0,18

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{red} [°C]	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
T _{interior} [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q _{ACS} [kcal]	-284.580,00	-284.580,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-284.580,00	-284.580,00	-284.580,00	-284.580,00	-284.580,00	-284.580,00
Q _{ACS} [W h]	-330.906,98	-330.906,98	0,00	0,00	0,00	0,00	-330.906,98	-330.906,98	-330.906,98	-330.906,98	-330.906,98	-330.906,98

	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{red} [°C]	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
T _{interior} [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q _{ACS} [kcal]	-284.580,00	-284.580,00	-284.580,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-284.580,00	-284.580,00
Q _{ACS} [W h]	-330.906,98	-330.906,98	-330.906,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-330.906,98	-330.906,98

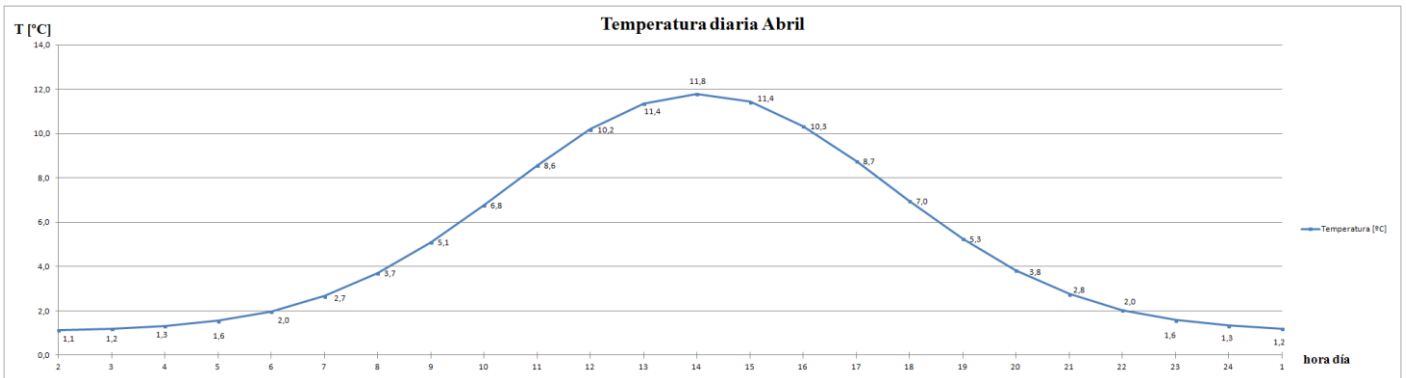
ENERGÍA TOTAL MARZO

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía _{calefac} [Wh]	-281.457,81	-133.988,38	-18.271,39	76.900,22	132.806,48	139.741,40	103.979,18	4.319,73	-140.910,37	-311.000,29	-443.828,24	-496.237,45
Energía _{calefac} [kWh]	-281,46	-133,99	-18,27	76,90	132,81	139,74	103,98	4,32	-140,91	-311,00	-443,83	-496,24
Ratio [Wh/m ²]	-526,52	-250,65	-34,18	143,86	248,44	261,41	194,51	8,08	-263,60	-581,79	-830,27	-928,31

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía _{calefac} [Wh]	-533.212,89	-560.944,02	-579.743,99	-260.428,86	-599.838,03	-603.203,94	-604.896,08	-603.424,89	-600.289,61	-594.156,75	-581.192,65	-436.187,63
Energía _{calefac} [kWh]	-533,21	-560,94	-579,74	-260,43	-599,84	-603,20	-604,90	-603,42	-600,29	-594,16	-581,19	-436,19
Ratio [Wh/m ²]	-997,48	-1.049,36	-1.084,53	-487,18	-1.122,12	-1.128,41	-1.131,58	-1.128,83	-1.122,96	-1.111,49	-1.087,24	-815,98

Energía Total [kWh/mes]	-7.925,47
-------------------------	-----------

1.2.4 ABRIL



CARGAS POR TRANSMISIÓN

Cerramientos

U [W/m ² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m ²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	3,7	5,1	6,8	8,6	10,2	11,4	11,8	11,4	10,3	8,7	7,0	5,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-187.452,54	-172.346,24	-154.106,51	-134.694,02	-117.076,56	-104.545,45	-99.726,20	-103.684,37	-115.542,60	-132.796,72	-152.175,45	-170.640,49
Q _{transmisión} [kcal]	-161.209,19	-148.217,77	-132.531,60	-115.836,85	-100.685,84	-89.909,09	-85.764,53	-89.168,56	-99.366,64	-114.205,18	-130.870,89	-146.750,82

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	3,8	2,8	2,0	1,6	1,3	1,2	1,1	1,2	1,3	1,6	2,0	2,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-186.113,47	-197.718,02	-205.585,18	-210.435,98	-213.167,37	-214.575,89	-215.283,99	-214.668,35	-213.356,34	-210.789,94	-206.191,40	-198.664,14
Q _{transmisión} [kcal]	-160.057,59	-170.037,50	-176.803,25	-180.974,94	-183.323,94	-184.535,26	-185.144,23	-184.614,78	-183.486,45	-181.279,35	-177.324,60	-170.851,16

Cubierta

U [W/m ² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m ²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	3,7	5,1	6,8	8,6	10,2	11,4	11,8	11,4	10,3	8,7	7,0	5,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-61.653,93	-56.685,41	-50.686,28	-44.301,43	-38.506,98	-34.385,44	-32.800,37	-34.102,23	-38.002,45	-43.677,40	-50.051,15	-56.124,38
Q _{transmisión} [kcal]	-53.022,38	-48.749,45	-43.590,20	-38.099,23	-33.116,00	-29.571,48	-28.208,32	-29.327,92	-32.682,11	-37.562,57	-43.043,99	-48.266,96

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	3,8	2,8	2,0	1,6	1,3	1,2	1,1	1,2	1,3	1,6	2,0	2,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-61.213,51	-65.030,29	-67.617,84	-69.213,28	-70.111,65	-70.574,92	-70.807,82	-70.605,33	-70.173,80	-69.329,70	-67.817,22	-65.341,48
Q _{transmisión} [kcal]	-52.643,62	-55.926,05	-58.151,34	-59.523,42	-60.296,02	-60.694,43	-60.894,72	-60.720,58	-60.349,47	-59.623,55	-58.322,81	-56.193,67

Vidrios

U [W/m ² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m ²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	3,7	5,1	6,8	8,6	10,2	11,4	11,8	11,4	10,3	8,7	7,0	5,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-101.811,40	-93.606,69	-83.700,11	-73.156,58	-63.587,98	-56.781,94	-54.164,45	-56.314,26	-62.754,84	-72.126,10	-82.651,30	-92.680,24
Q _{transmisión} [kcal]	-87.557,80	-80.501,75	-71.982,10	-62.914,66	-54.685,66	-48.832,47	-46.581,43	-48.430,26	-53.969,16	-62.028,44	-71.080,12	-79.705,01

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	3,8	2,8	2,0	1,6	1,3	1,2	1,1	1,2	1,3	1,6	2,0	2,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-101.084,11	-107.386,90	-111.659,81	-114.294,43	-115.777,93	-116.542,95	-116.927,54	-116.593,16	-115.880,57	-114.486,68	-111.989,06	-107.900,77
Q _{transmisión} [kcal]	-86.932,33	-92.352,74	-96.027,43	-98.293,21	-99.569,02	-100.226,93	-100.557,68	-100.270,12	-99.657,29	-98.458,54	-96.310,59	-92.794,66

Contacto con terreno

U [W/m ² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m ²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	3,7	5,1	6,8	8,6	10,2	11,4	11,8	11,4	10,3	8,7	7,0	5,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-108.463,82	-99.723,01	-89.169,13	-77.936,67	-67.742,86	-60.492,11	-57.703,59	-59.993,87	-66.855,28	-76.838,86	-88.051,79	-98.736,02
Q _{transmisión} [kcal]	-93.278,89	-85.761,79	-76.685,45	-67.025,54	-58.258,86	-52.023,21	-49.625,08	-51.594,72	-57.495,54	-66.081,42	-75.724,54	-84.912,98

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	3,8	2,8	2,0	1,6	1,3	1,2	1,1	1,2	1,3	1,6	2,0	2,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-107.689,01	-114.403,63	-118.955,73	-121.762,50	-123.342,94	-124.157,93	-124.567,66	-124.211,43	-123.452,28	-121.967,31	-119.306,50	-114.951,08
Q _{transmisión} [kcal]	-92.612,55	-98.387,12	-102.301,93	-104.715,75	-106.074,93	-106.775,82	-107.128,18	-106.821,83	-106.168,96	-104.891,89	-102.603,59	-98.857,93

CARGAS POR INFILTRACIÓN

$C_{p, \text{aire}}$ [kcal/kg °C]	0,24
ρ_{aire} [kg/m³]	1,2
v [m³/h]	1603,68
C_{infiltr}	5%

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{exterior} [°C]	3,7	5,1	6,8	8,6	10,2	11,4	11,8	11,4	10,3	8,7	7,0	5,3
T_{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	-11.980,40	-11.014,93	-9.849,20	-8.608,52	-7.482,56	-6.681,67	-6.373,67	-6.626,64	-7.384,52	-8.487,26	-9.725,78	-10.905,92
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	-13.930,70	-12.808,06	-11.452,56	-10.009,90	-8.700,65	-7.769,39	-7.411,24	-7.705,39	-8.586,65	-9.868,90	-11.309,05	-12.681,30

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior min}}$ [°C]	3,8	2,8	2,0	1,6	1,3	1,2	1,1	1,2	1,3	1,6	2,0	2,7
T_{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	-11.894,82	-12.636,48	-13.139,29	-13.449,31	-13.623,88	-13.713,90	-13.759,16	-13.719,81	-13.635,96	-13.471,93	-13.178,03	-12.696,95
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	-13.831,19	-14.693,59	-15.278,24	-15.638,73	-15.841,72	-15.946,39	-15.999,02	-15.953,27	-15.855,76	-15.665,04	-15.323,29	-14.763,90

CARGAS POR RADIACIÓN SOLAR

Fachada Norte

S_{vidrio} [m²]	9,98
F_{solar}	0,71
C_1	0,20
C_2	0,50
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	215	321	402	450	463	441	384	297	186	70	20	0
Q_{solar} [W h]	4.113,31	6.141,26	7.690,93	8.609,25	8.857,96	8.437,06	7.346,56	5.682,10	3.558,49	1.339,22	382,63	0,00
Q_{solar} [kcal]	3.537,44	5.281,49	6.614,20	7.403,95	7.617,84	7.255,87	6.318,04	4.886,61	3.060,30	1.151,73	329,06	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	98
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	516,55	1.874,90
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	444,24	1.612,42

Fachada Sur

S_{vidrio} [m²]	77,88
F_{solar}	0,71
C_1	0,65
C_2	0,50
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	215	321	402	450	463	441	384	297	186	70	20	0
Q_{solar} [W h]	104.320,55	155.753,01	195.055,17	218.345,34	224.653,10	213.978,43	186.321,36	144.107,93	90.249,41	33.964,83	9.704,24	0,00
Q_{solar} [kcal]	89.715,67	133.947,59	167.747,45	187.776,99	193.201,66	184.021,45	160.236,37	123.932,82	77.614,49	29.209,75	8.345,64	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	98
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.100,72	47.550,76
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.266,62	40.893,66

Fachada Este

S_{vidrio} [m²]	3,66
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,50
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	215	321	402	450	463	441	384	297	186	70	20	0
Q_{solar} [W h]	3.016,97	4.504,41	5.641,04	6.314,60	6.497,02	6.188,31	5.388,46	4.167,63	2.610,03	982,27	280,65	0,00
Q_{solar} [kcal]	2.594,60	3.873,80	4.851,30	5.430,55	5.587,44	5.321,94	4.634,07	3.584,17	2.244,63	844,75	241,36	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	98
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	378,88	1.375,18
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	325,83	1.182,65

Fachada Oeste

S_{vidrio} [m²]	23,92
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,50
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	215	321	402	450	463	441	384	297	186	70	20	0
Q_{solar} [W h]	19.717,50	29.438,68	36.867,13	41.269,18	42.461,40	40.443,79	35.216,36	27.237,66	17.057,93	6.419,65	1.834,19	0,00
Q_{solar} [kcal]	16.957,05	25.317,26	31.705,73	35.491,49	36.516,80	34.781,66	30.286,07	23.424,38	14.669,82	5.520,90	1.577,40	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	98
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.476,15	8.987,51
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.129,49	7.729,26

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodom. [W]	12.020
S _{habitable} [m ²]	534,56
ρ _{potencia} [W/m ²]	22,49
C _{simultaneidad}	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Q _{internas} [W h]	180.300,00	180.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00
Q _{internas} [kcal]	155.058,00	155.058,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Q _{internas} [W h]	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180.300,00	180.300,00
Q _{internas} [kcal]	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155.058,00	155.058,00

CARGAS PRODUCCIÓN ACS

C _{p, agua} [kcal/kg °C]	1
ρ _{agua} [kg/m ³]	1000
v [m ³]	0,18

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{red} [°C]	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
T _{interior} [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q _{acs} [kcal]	-264.600,00	-264.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-264.600,00	-264.600,00	-264.600,00	-264.600,00	-264.600,00	-264.600,00
Q _{acs} [W h]	-307.674,42	-307.674,42	0,00	0,00	0,00	0,00	-307.674,42	-307.674,42	-307.674,42	-307.674,42	-307.674,42	-307.674,42

	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{red} [°C]	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
T _{interior} [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q _{acs} [kcal]	-264.600,00	-264.600,00	-264.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-264.600,00	-264.600,00
Q _{acs} [W h]	-307.674,42	-307.674,42	-307.674,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-307.674,42	-307.674,42

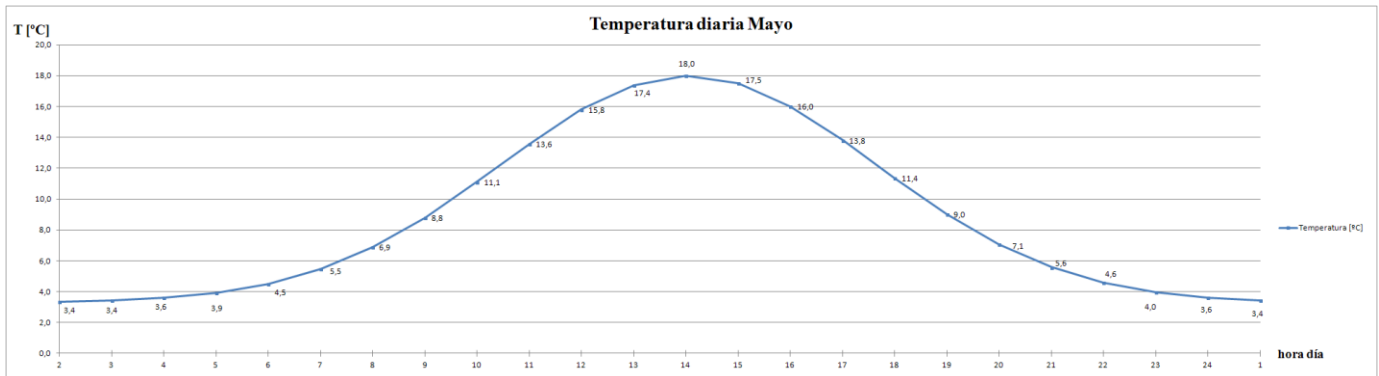
ENERGÍA TOTAL ABRIL

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía _{calefac} [Wh]	-320.114,59	-217.302,57	-143.860,33	-65.560,24	-13.145,55	5.073,27	4.496,38	-58.575,31	-156.236,48	-270.572,54	-350.007,55	-408.832,94
Energía _{calefac} [kWh]	-320,11	-217,30	-143,86	-65,56	-13,15	5,07	4,50	-58,58	-156,24	-270,57	-350,01	-408,83
Ratio [Wh/m ²]	-598,84	-406,51	-269,12	-122,64	-24,59	9,49	8,41	-109,58	-292,27	-506,16	-654,76	-764,80

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía _{calefac} [Wh]	-447.901,80	-477.202,95	-497.067,31	-201.641,02	-530.681,61	-534.238,08	-536.026,02	-534.471,54	-531.158,75	-524.678,67	-482.125,69	-419.803,53
Energía _{calefac} [kWh]	-447,90	-477,20	-497,07	-201,64	-530,68	-534,24	-536,03	-534,47	-531,16	-524,68	-482,13	-419,80
Ratio [Wh/m ²]	-837,89	-892,70	-929,86	-377,21	-992,74	-999,40	-1.002,74	-999,83	-993,64	-981,52	-901,91	-785,33

Energía Total [kWh/mes]	-7.711,64
-------------------------	-----------

1.2.5 MAYO

**MAYO**

nº días 31

CARGAS POR TRANSMISIÓN**Cerramientos**

U [W/m² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	6,9	8,8	11,1	13,6	15,8	17,4	18,0	17,5	16,0	13,8	11,4	9,0
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-158.142,01	-136.696,71	-110.803,11	-83.244,63	-58.234,42	-40.444,94	-33.603,39	-39.222,52	-56.056,78	-80.551,18	-108.061,73	-134.275,17
Q _{transmisión} [kcal]	-136.002,13	-117.559,17	-95.290,67	-71.590,38	-50.081,60	-34.782,65	-28.898,92	-33.731,36	-48.208,83	-69.274,01	-92.933,09	-115.476,65

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	7,1	5,6	4,6	4,0	3,6	3,4	3,4	3,4	3,6	3,9	4,5	5,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-156.241,03	-172.715,15	-183.883,58	-190.769,90	-194.647,45	-196.647,02	-197.652,26	-196.778,28	-194.915,71	-191.272,39	-184.744,18	-174.058,29
Q _{transmisión} [kcal]	-134.367,29	-148.535,03	-158.139,88	-164.062,11	-167.396,81	-169.116,44	-169.980,95	-169.229,32	-167.627,51	-164.494,26	-158.879,99	-149.690,13

Cubierta

U [W/m² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	6,9	8,8	11,1	13,6	15,8	17,4	18,0	17,5	16,0	13,8	11,4	9,0
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-52.013,58	-44.960,13	-36.443,61	-27.379,51	-19.153,55	-13.302,51	-11.052,30	-12.900,45	-18.437,31	-26.493,62	-35.541,96	-44.163,67
Q _{transmisión} [kcal]	-44.731,68	-38.665,71	-31.341,51	-23.546,38	-16.472,05	-11.440,16	-9.504,98	-11.094,39	-15.856,09	-22.784,52	-30.566,09	-37.980,76

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	7,1	5,6	4,6	4,0	3,6	3,4	3,4	3,4	3,6	3,9	4,5	5,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-51.388,34	-56.806,74	-60.480,09	-62.745,03	-64.020,37	-64.678,04	-65.008,67	-64.721,21	-64.108,60	-62.910,30	-60.763,14	-57.248,51
Q _{transmisión} [kcal]	-44.193,97	-48.853,80	-52.012,87	-53.960,72	-55.057,52	-55.623,11	-55.907,45	-55.660,24	-55.133,40	-54.102,86	-52.256,30	-49.233,72

Vidrios

U [W/m² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	6,9	8,8	11,1	13,6	15,8	17,4	18,0	17,5	16,0	13,8	11,4	9,0
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-85.891,92	-74.244,30	-60.180,67	-45.212,79	-31.628,96	-21.966,92	-18.251,06	-21.302,99	-30.446,21	-43.749,89	-58.691,74	-72.929,09
Q _{transmisión} [kcal]	-73.867,05	-63.850,10	-51.755,37	-38.883,00	-27.200,90	-18.891,55	-15.695,92	-18.320,57	-26.183,74	-37.624,91	-50.474,90	-62.719,02

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	7,1	5,6	4,6	4,0	3,6	3,4	3,4	3,4	3,6	3,9	4,5	5,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-84.859,44	-93.807,05	-99.872,98	-103.613,16	-105.719,18	-106.805,21	-107.351,19	-106.876,50	-105.864,88	-103.886,08	-100.340,40	-94.536,56
Q _{transmisión} [kcal]	-72.979,12	-80.674,07	-85.890,76	-89.107,32	-90.918,49	-91.852,48	-92.322,02	-91.913,79	-91.043,80	-89.342,03	-86.292,74	-81.301,44

Contacto con terreno

U [W/m² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	6,9	8,8	11,1	13,6	15,8	17,4	18,0	17,5	16,0	13,8	11,4	9,0
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-91.504,15	-79.095,47	-64.112,91	-48.167,02	-33.695,61	-23.402,26	-19.443,60	-22.694,94	-32.435,58	-46.608,54	-62.526,70	-77.694,32
Q _{transmisión} [kcal]	-78.693,57	-68.022,11	-55.137,10	-41.423,64	-28.978,23	-20.125,94	-16.721,50	-19.517,65	-27.894,60	-40.083,34	-53.772,96	-66.817,12

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	7,1	5,6	4,6	4,0	3,6	3,4	3,4	3,4	3,6	3,9	4,5	5,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-90.404,21	-99.936,47	-106.398,74	-110.383,31	-112.626,94	-113.783,93	-114.365,58	-113.859,88	-112.782,16	-110.674,06	-106.896,70	-100.713,63
Q _{transmisión} [kcal]	-77.747,62	-85.945,36	-91.502,92	-94.929,64	-96.859,17	-97.854,18	-98.354,40	-97.919,50	-96.992,66	-95.179,69	-91.931,16	-86.613,72

CARGAS POR INFILTRACIÓN

$C_{p, \text{aire}}$ [kcal/kg °C]	0,24
ρ_{aire} [kg/m ³]	1,2
v [m ³ /h]	1603,68
$C_{\text{infiltrar}}$	5%

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{exterior} [°C]	6,9	8,8	11,1	13,6	15,8	17,4	18,0	17,5	16,0	13,8	11,4	9,0
T_{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	-10.107,12	-8.736,51	-7.081,61	-5.320,30	-3.721,86	-2.584,90	-2.147,65	-2.506,78	-3.582,68	-5.148,16	-6.906,40	-8.581,75
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	-11.752,46	-10.158,74	-8.234,43	-6.186,40	-4.327,74	-3.005,70	-2.497,27	-2.914,86	-4.165,91	-5.986,23	-8.030,70	-9.978,78

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior min}}$ [°C]	7,1	5,6	4,6	4,0	3,6	3,4	3,4	3,4	3,6	3,9	4,5	5,5
T_{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	-9.985,62	-11.038,51	-11.752,30	-12.192,42	-12.440,24	-12.568,04	-12.632,28	-12.576,42	-12.457,39	-12.224,53	-11.807,31	-11.124,35
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	-11.611,19	-12.835,48	-13.665,47	-14.177,23	-14.465,40	-14.614,00	-14.688,70	-14.623,75	-14.485,33	-14.214,57	-13.729,42	-12.935,29

CARGAS POR RADIACIÓN SOLAR**Fachada Norte**

S_{vidrio} [m ²]	9,98
F_{solar}	0,71
C_1	0,20
C_2	0,35
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	157	254	327	371	383	363	311	231	131	56	35	8
Q_{solar} [W h]	2.172,66	3.515,00	4.525,21	5.134,11	5.300,17	5.023,40	4.303,79	3.196,71	1.812,85	774,96	484,35	110,71
Q_{solar} [kcal]	1.868,48	3.022,90	3.891,68	4.415,33	4.558,15	4.320,12	3.701,26	2.749,17	1.559,05	666,47	416,54	95,21

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	41	60
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	207,58	567,38	830,31
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	178,52	487,95	714,07

Fachada Sur

S_{vidrio} [m ²]	77,88
F_{solar}	0,71
C_1	0,65
C_2	0,35
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	157	254	327	371	383	363	311	231	131	56	35	8
Q_{solar} [W h]	55.102,28	89.146,36	114.767,16	130.209,84	134.421,48	127.402,08	109.151,64	81.074,05	45.977,06	19.654,32	12.283,95	2.807,76
Q_{solar} [kcal]	47.387,96	76.665,87	98.699,76	111.980,46	115.602,47	109.565,79	93.870,41	69.723,68	39.540,27	16.902,71	10.564,19	2.414,67

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	41	60
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.264,55	14.389,77	21.058,20
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.527,51	12.375,20	18.110,05

Fachada Este

S_{vidrio} [m ²]	3,66
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,35
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	157	254	327	371	383	363	311	231	131	56	35	8
Q_{solar} [W h]	1.593,57	2.578,13	3.319,09	3.765,70	3.887,50	3.684,50	3.156,69	2.344,68	1.329,67	568,41	355,25	81,20
Q_{solar} [kcal]	1.370,47	2.217,19	2.854,42	3.238,50	3.343,25	3.168,67	2.714,75	2.016,43	1.143,51	488,83	305,52	69,83

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	41	60
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	152,25	416,16	609,01
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	130,94	357,89	523,75

Fachada Oeste

S_{vidrio} [m ²]	23,92
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,35
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	157	254	327	371	383	363	311	231	131	56	35	8
Q_{solar} [W h]	10.414,81	16.849,44	21.692,00	24.610,80	25.406,83	24.080,11	20.630,61	15.323,70	8.690,07	3.714,84	2.321,77	530,69
Q_{solar} [kcal]	8.956,74	14.490,52	18.655,12	21.165,29	21.849,88	20.708,89	17.742,33	13.178,39	7.473,46	3.194,76	1.996,73	456,39

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	41	60
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	995,05	2.719,79	3.980,18
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	855,74	2.339,02	3.422,96

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodom. [W]	12.020
$S_{habitable}$ [m ²]	534,56
$P_{potencia}$ [W/m ²]	22,49
$C_{simultaneidad}$	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{internas}$ [W h]	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00
$Q_{internas}$ [kcal]	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{internas}$ [W h]	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00
$Q_{internas}$ [kcal]	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60

CARGAS PRODUCCIÓN ACS

$C_{p, agua}$ [kcal/kg °C]	1
ρ_{agua} [kg/m ³]	1000
v [m ³]	0,18

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{red} [°C]	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
$T_{interior}$ [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q_{ACS} [kcal]	-267.840,00	-267.840,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-267.840,00	-267.840,00	-267.840,00	-267.840,00	-267.840,00	-267.840,00
Q_{ACS} [W h]	-311.441,86	-311.441,86	0,00	0,00	0,00	0,00	-311.441,86	-311.441,86	-311.441,86	-311.441,86	-311.441,86	-311.441,86

	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T_{red} [°C]	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
$T_{interior}$ [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q_{ACS} [kcal]	-267.840,00	-267.840,00	-267.840,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-267.840,00	-267.840,00
Q_{ACS} [W h]	-311.441,86	-311.441,86	-311.441,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-311.441,86	-311.441,86

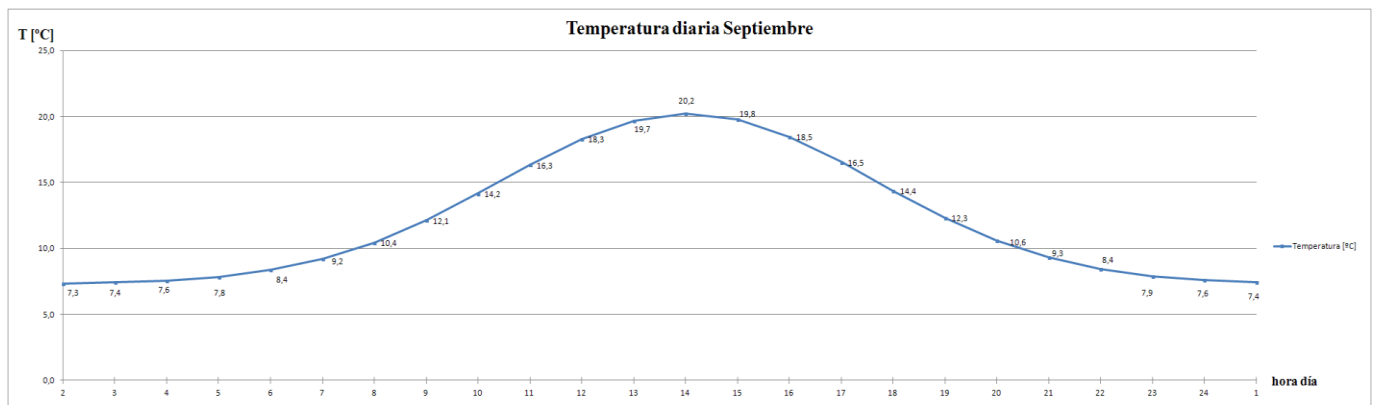
ENERGÍA TOTAL MAYO

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía Calefac [Wh]	-300.768,64	-203.814,25	-135.471,26	-46.469,89	21.975,70	58.067,76	81.647,29	32.155,56	-54.479,97	-149.424,77	-228.155,34	-306.258,51
Energía Calefac [kWh]	-300,77	-203,81	-135,47	-46,47	21,98	58,07	81,65	32,16	-54,48	-149,42	-228,16	-306,26
Ratio [Wh/m ²]	-562,65	-381,27	-253,43	-86,93	41,11	108,63	152,74	60,15	-101,92	-279,53	-426,81	-572,92

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía Calefac [Wh]	-365.252,04	-406.848,72	-435.048,68	-140.994,59	-483.667,33	-488.716,20	-491.254,40	-489.047,61	-484.344,69	-468.525,99	-419.128,58	-383.762,41
Energía Calefac [kWh]	-365,25	-406,85	-435,05	-140,99	-483,67	-488,72	-491,25	-489,05	-484,34	-468,53	-419,13	-383,76
Ratio [Wh/m ²]	-683,28	-761,09	-813,84	-263,76	-904,80	-914,24	-918,99	-914,86	-906,06	-876,47	-784,06	-717,90

Energía Total [kWh/mes]	-6.287,59
-------------------------	-----------

1.2.6 SEPTIEMBRE



SEPTIEMBRE

nº días 30

CARGAS POR TRANSMISIÓN

Cerramientos

U [W/m² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	10,4	12,1	14,2	16,3	18,3	19,7	20,2	19,8	18,5	16,5	14,4	12,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-114.369,36	-96.121,79	-74.089,22	-50.640,01	-29.359,12	-14.222,24	-8.400,85	-13.182,10	-27.506,18	-48.348,19	-71.756,61	-94.061,33
Q _{transmisión} [kcal]	-98.357,65	-82.664,74	-63.716,73	-43.550,41	-25.248,84	-12.231,13	-7.224,73	-11.336,60	-23.655,31	-41.579,44	-61.710,69	-80.892,75

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	10,6	9,3	8,4	7,9	7,6	7,4	7,3	7,4	7,6	7,8	8,4	9,2
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-112.751,83	-126.769,48	-136.272,56	-142.132,06	-145.431,42	-147.132,84	-147.988,19	-147.244,52	-145.659,69	-142.559,63	-137.004,84	-127.912,34
Q _{transmisión} [kcal]	-96.966,58	-109.021,75	-117.194,41	-122.233,57	-125.071,02	-126.534,24	-127.269,84	-126.630,29	-125.267,33	-122.601,28	-117.824,16	-110.004,61

Cubierta

U [W/m² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	10,4	12,1	14,2	16,3	18,3	19,7	20,2	19,8	18,5	16,5	14,4	12,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-37.616,57	-31.614,86	-24.368,26	-16.655,72	-9.656,34	-4.677,76	-2.763,07	-4.335,65	-9.046,90	-15.901,92	-23.601,05	-30.937,17
Q _{transmisión} [kcal]	-32.350,25	-27.188,78	-20.956,70	-14.323,91	-8.304,45	-4.022,87	-2.376,24	-3.728,66	-7.780,33	-13.675,66	-20.296,91	-26.605,97

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	10,6	9,3	8,4	7,9	7,6	7,4	7,3	7,4	7,6	7,8	8,4	9,2
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-37.084,56	-41.695,02	-44.820,62	-46.747,83	-47.833,01	-48.392,61	-48.673,94	-48.429,35	-47.908,09	-46.888,46	-45.061,47	-42.070,91
Q _{transmisión} [kcal]	-31.892,72	-35.857,71	-38.545,74	-40.203,14	-41.136,39	-41.617,65	-41.859,59	-41.649,24	-41.200,95	-40.324,08	-38.752,86	-36.180,98

Vidrios

U [W/m² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	10,4	12,1	14,2	16,3	18,3	19,7	20,2	19,8	18,5	16,5	14,4	12,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-62.117,61	-52.206,78	-40.240,19	-27.504,19	-15.945,86	-7.724,55	-4.562,77	-7.159,61	-14.939,48	-26.259,43	-38.973,28	-51.087,68
Q _{transmisión} [kcal]	-53.421,15	-44.897,83	-34.606,57	-23.653,61	-13.713,44	-6.643,11	-3.923,98	-6.157,27	-12.847,95	-22.583,11	-33.517,02	-43.935,41

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	10,6	9,3	8,4	7,9	7,6	7,4	7,3	7,4	7,6	7,8	8,4	9,2
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-61.239,08	-68.852,51	-74.013,94	-77.196,41	-78.988,40	-79.912,49	-80.377,06	-79.973,15	-79.112,38	-77.428,64	-74.411,66	-69.473,23
Q _{transmisión} [kcal]	-52.665,61	-59.213,16	-63.651,98	-66.388,91	-67.930,03	-68.724,74	-69.124,27	-68.776,91	-68.036,65	-66.588,63	-63.994,02	-59.746,98

Contacto con terreno

U [W/m² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	10,4	12,1	14,2	16,3	18,3	19,7	20,2	19,8	18,5	16,5	14,4	12,3
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-66.176,41	-55.618,01	-42.869,51	-29.301,33	-16.987,78	-8.229,28	-4.860,90	-7.627,43	-15.915,63	-27.975,24	-41.519,82	-54.425,78
Q _{transmisión} [kcal]	-56.911,72	-47.831,49	-36.867,78	-25.199,15	-14.609,49	-7.077,18	-4.180,37	-6.559,59	-13.687,44	-24.058,70	-35.707,05	-46.806,17

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	10,6	9,3	8,4	7,9	7,6	7,4	7,3	7,4	7,6	7,8	8,4	9,2
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-65.240,48	-73.351,37	-78.850,05	-82.240,47	-84.149,55	-85.134,03	-85.628,95	-85.198,65	-84.281,63	-82.487,87	-79.273,76	-74.012,66
Q _{transmisión} [kcal]	-56.106,82	-63.082,18	-67.811,05	-70.726,81	-72.368,62	-73.215,26	-73.640,89	-73.270,84	-72.482,20	-70.939,57	-68.175,43	-63.650,88

CARGAS POR INFILTRACIÓN

$C_{p, \text{aire}}$ [kcal/kg °C]	0,24
ρ_{aire} [kg/m ³]	1,2
v [m ³ /h]	1603,68
$C_{\text{infiltrar}}$	5%

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{exterior} [°C]	10,4	12,1	14,2	16,3	18,3	19,7	20,2	19,8	18,5	16,5	14,4	12,3
T_{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	-7.309,53	-6.143,30	-4.735,16	-3.236,49	-1.876,39	-908,97	-536,91	-842,49	-1.757,97	-3.090,01	-4.586,08	-6.011,62
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	-8.499,46	-7.143,38	-5.506,00	-3.763,36	-2.181,85	-1.056,94	-624,32	-979,64	-2.044,15	-3.593,04	-5.332,66	-6.990,25

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior min}}$ [°C]	10,6	9,3	8,4	7,9	7,6	7,4	7,3	7,4	7,6	7,8	8,4	9,2
T_{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	-7.206,16	-8.102,05	-8.709,40	-9.083,89	-9.294,76	-9.403,50	-9.458,17	-9.410,64	-9.309,35	-9.111,22	-8.756,21	-8.175,09
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	-8.379,25	-9.420,98	-10.127,21	-10.562,67	-10.807,86	-10.934,31	-10.997,87	-10.942,61	-10.824,83	-10.594,44	-10.181,63	-9.505,92

CARGAS POR RADIACIÓN SOLAR

Fachada Norte

S_{vidrio} [m ²]	9,98
F_{solar}	0,71
C_1	0,20
C_2	0,76
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	276	419	531	599	618	586	507	386	237	88	5	0
Q_{solar} [W h]	8.026,11	12.184,57	15.441,55	17.418,99	17.971,52	17.040,95	14.743,62	11.224,93	6.891,99	2.559,05	145,40	0,00
Q_{solar} [kcal]	6.902,46	10.478,73	13.279,73	14.980,33	15.455,50	14.655,22	12.679,52	9.653,44	5.927,11	2.200,78	125,04	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	123
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	348,96	3.576,86
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	300,11	3.076,10

Fachada Sur

S_{vidrio} [m ²]	77,88
F_{solar}	0,71
C_1	0,65
C_2	0,76
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	276	419	531	599	618	586	507	386	237	88	5	0
Q_{solar} [W h]	203.556,08	309.021,74	391.624,20	441.775,70	455.788,62	432.187,92	373.923,68	284.683,51	174.792,72	64.901,94	3.687,61	0,00
Q_{solar} [kcal]	175.058,23	265.758,69	336.796,82	379.927,10	391.978,22	371.681,61	321.574,36	244.827,82	150.321,74	55.815,67	3.171,34	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	123
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.850,26	90.715,21
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.611,23	78.015,08

Fachada Este

S_{vidrio} [m ²]	3,66
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,76
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	276	419	531	599	618	586	507	386	237	88	5	0
Q_{solar} [W h]	5.886,89	8.936,98	11.325,86	12.776,26	13.181,51	12.498,97	10.813,96	8.233,11	5.055,05	1.876,98	106,65	0,00
Q_{solar} [kcal]	5.062,72	7.685,80	9.740,24	10.987,58	11.336,10	10.749,12	9.300,01	7.080,48	4.347,34	1.614,20	91,72	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	123
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,95	2.623,50
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220,12	2.256,21

Fachada Oeste

S_{vidrio} [m ²]	23,92
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,76
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	276	419	531	599	618	586	507	386	237	88	5	0
Q_{solar} [W h]	38.473,88	58.407,81	74.020,39	83.499,47	86.148,03	81.687,29	70.674,84	53.807,67	33.037,35	12.267,03	696,99	0,00
Q_{solar} [kcal]	33.087,53	50.230,71	63.657,54	71.809,54	74.087,31	70.251,07	60.780,36	46.274,60	28.412,12	10.549,65	599,41	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	123
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.672,78	17.145,97
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.438,59	14.745,53

[illegible]

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodom. [W]	12.020
$S_{habitable}$ [m ²]	534,56
$\rho_{potencia}$ [W/m ²]	22,49
$C_{simultaneidad}$	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{internas}$ [W h]	180.300,00	180.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00
$Q_{internas}$ [kcal]	155.058,00	155.058,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{internas}$ [W h]	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180.300,00	180.300,00
$Q_{internas}$ [kcal]	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155.058,00	155.058,00

CARGAS PRODUCCIÓN ACS

$C_{p, agua}$ [kcal/kg °C]	1
ρ_{agua} [kg/m ³]	1000
v [m ³]	0,18

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{red} [°C]	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
$T_{interior}$ [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q_{ACS} [kcal]	-259.200,00	-259.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-259.200,00	-259.200,00	-259.200,00	-259.200,00	-259.200,00	-259.200,00
Q_{ACS} [W h]	-301.395,35	-301.395,35	0,00	0,00	0,00	0,00	-301.395,35	-301.395,35	-301.395,35	-301.395,35	-301.395,35	-301.395,35

	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T_{red} [°C]	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
$T_{interior}$ [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q_{ACS} [kcal]	-259.200,00	-259.200,00	-259.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-259.200,00	-259.200,00
Q_{ACS} [W h]	-301.395,35	-301.395,35	-301.395,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-301.395,35	-301.395,35

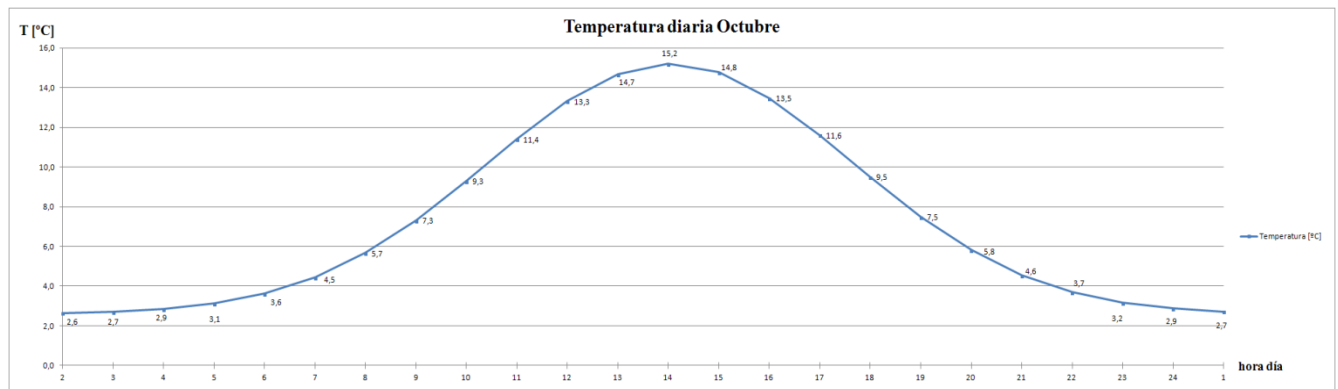
ENERGÍA TOTAL SEPTIEMBRE

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía calefac [Wh]	-4.527,89	174.154,82	305.338,82	427.605,81	498.958,74	507.504,38	477.252,74	352.973,34	178.633,33	-12.164,27	-148.238,23	-209.193,67
Energía calefac [kWh]	-4,53	174,15	305,34	427,61	498,96	507,50	477,25	352,97	178,63	-12,16	-148,24	-209,19
Ratio [Wh/m ²]	-8,47	325,79	571,20	799,92	933,40	949,39	892,80	660,31	334,17	-22,76	-277,31	-391,34

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía calefac [Wh]	-256.386,66	-291.780,81	-315.775,84	-29.175,54	-359.650,25	-363.946,27	-366.106,00	-364.228,27	-360.226,61	-352.399,04	-306.496,86	-180.604,96
Energía calefac [kWh]	-256,39	-291,78	-315,78	-29,18	-359,65	-363,95	-366,11	-364,23	-360,23	-352,40	-306,50	-180,60
Ratio [Wh/m ²]	-479,62	-545,83	-590,72	-54,58	-672,80	-680,83	-684,87	-681,36	-673,87	-659,23	-573,36	-337,86

Energía Total [kWh/mes]	-998,48
-------------------------	---------

1.2.7 OCTUBRE



OCTUBRE

nº días 31

CARGAS POR TRANSMISIÓN

Cerramientos

U [W/m ² ·°C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m ²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	5,7	7,3	9,3	11,4	13,3	14,7	15,2	14,8	13,5	11,6	9,5	7,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-171.713,95	-153.332,26	-131.137,74	-107.516,19	-86.078,87	-70.830,74	-64.966,56	-69.782,95	-84.212,32	-105.207,52	-128.787,99	-151.256,66
Q _{transmisión} [kcal]	-147.673,99	-131.865,75	-112.778,46	-92.463,92	-74.027,83	-60.914,44	-55.871,24	-60.013,34	-72.422,59	-90.478,47	-110.757,67	-130.080,72

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	5,8	4,6	3,7	3,2	2,9	2,7	2,6	2,7	2,9	3,1	3,6	4,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-170.084,53	-184.205,21	-193.778,14	-199.680,70	-203.004,32	-204.718,24	-205.579,88	-204.830,75	-203.234,26	-200.111,42	-194.515,80	-185.356,47
Q _{transmisión} [kcal]	-146.272,70	-158.416,48	-166.649,20	-171.725,41	-174.583,72	-176.057,69	-176.798,69	-176.154,44	-174.781,47	-172.095,82	-167.283,59	-159.406,56

Cubierta

U [W/m ² ·°C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m ²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	5,7	7,3	9,3	11,4	13,3	14,7	15,2	14,8	13,5	11,6	9,5	7,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-56.477,44	-50.431,63	-43.131,76	-35.362,53	-28.311,70	-23.296,53	-21.367,78	-22.951,91	-27.697,79	-34.603,20	-42.358,92	-49.748,95
Q _{transmisión} [kcal]	-48.570,60	-43.371,20	-37.093,31	-30.411,77	-24.348,07	-20.035,02	-18.376,29	-19.738,64	-23.820,10	-29.758,75	-36.428,67	-42.784,10

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	5,8	4,6	3,7	3,2	2,9	2,7	2,6	2,7	2,9	3,1	3,6	4,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-55.941,52	-60.585,87	-63.734,45	-65.675,83	-66.768,98	-67.332,70	-67.616,09	-67.369,70	-66.844,61	-65.817,49	-63.977,07	-60.964,53
Q _{transmisión} [kcal]	-48.109,71	-52.103,85	-54.811,63	-56.481,21	-57.421,32	-57.906,12	-58.149,84	-57.937,94	-57.486,36	-56.603,04	-55.020,28	-52.429,49

Vidrios

U [W/m ² ·°C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m ²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	5,7	7,3	9,3	11,4	13,3	14,7	15,2	14,8	13,5	11,6	9,5	7,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-93.263,27	-83.279,60	-71.225,05	-58.395,44	-46.752,15	-38.470,41	-35.285,39	-37.901,33	-45.738,37	-57.141,53	-69.948,83	-82.152,27
Q _{transmisión} [kcal]	-80.206,41	-71.620,45	-61.253,54	-50.220,08	-40.206,85	-33.084,55	-30.345,44	-32.595,14	-39.335,00	-49.141,71	-60.155,99	-70.650,95

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	5,8	4,6	3,7	3,2	2,9	2,7	2,6	2,7	2,9	3,1	3,6	4,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-92.378,28	-100.047,67	-105.247,03	-108.452,90	-110.258,06	-111.188,94	-111.656,93	-111.250,05	-110.382,95	-108.686,83	-105.647,68	-100.672,95
Q _{transmisión} [kcal]	-79.445,32	-86.040,99	-90.512,45	-93.269,49	-94.821,93	-95.622,49	-96.024,96	-95.675,04	-94.929,34	-93.470,68	-90.857,00	-86.578,74

Contacto con terreno

U [W/m ² ·°C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m ²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	5,7	7,3	9,3	11,4	13,3	14,7	15,2	14,8	13,5	11,6	9,5	7,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-99.357,15	-88.721,14	-75.878,94	-62.211,03	-49.806,97	-40.984,09	-37.590,96	-40.377,82	-48.726,94	-60.875,19	-74.519,33	-87.520,15
Q _{transmisión} [kcal]	-85.447,15	-76.300,18	-65.255,89	-53.501,49	-42.833,99	-35.246,32	-32.328,23	-34.724,93	-41.905,17	-52.352,66	-64.086,62	-75.267,33

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	5,8	4,6	3,7	3,2	2,9	2,7	2,6	2,7	2,9	3,1	3,6	4,5
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-98.414,34	-106.584,85	-112.123,94	-115.539,28	-117.462,39	-118.454,10	-118.952,66	-118.519,20	-117.595,44	-115.788,50	-112.550,76	-107.250,99
Q _{transmisión} [kcal]	-84.636,33	-91.662,97	-96.426,59	-99.363,78	-101.017,66	-101.870,53	-102.299,29	-101.926,51	-101.132,08	-99.578,11	-96.793,66	-92.235,85

[illegible]

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodin. [W]	12.020
S _{habitable} [m ²]	534,56
P _{potencia} [W/m ²]	22,49
C _{simultaneidad}	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Q _{internas} [W h]	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00
Q _{internas} [kcal]	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Q _{internas} [W h]	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00
Q _{internas} [kcal]	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60

CARGAS PRODUCCIÓN ACS

C _{p, agua} [kcal/kg °C]	1
ρ _{agua} [kg/m ³]	1000
v [m ³]	0,18

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{red} [°C]	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
T _{interior} [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q _{ACS} [kcal]	-273.420,00	-273.420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-273.420,00	-273.420,00	-273.420,00	-273.420,00	-273.420,00	-273.420,00
Q _{ACS} [W h]	-317.930,23	-317.930,23	0,00	0,00	0,00	0,00	-317.930,23	-317.930,23	-317.930,23	-317.930,23	-317.930,23	-317.930,23

	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{red} [°C]	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
T _{interior} [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q _{ACS} [kcal]	-273.420,00	-273.420,00	-273.420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-273.420,00	-273.420,00
Q _{ACS} [W h]	-317.930,23	-317.930,23	-317.930,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-317.930,23	-317.930,23

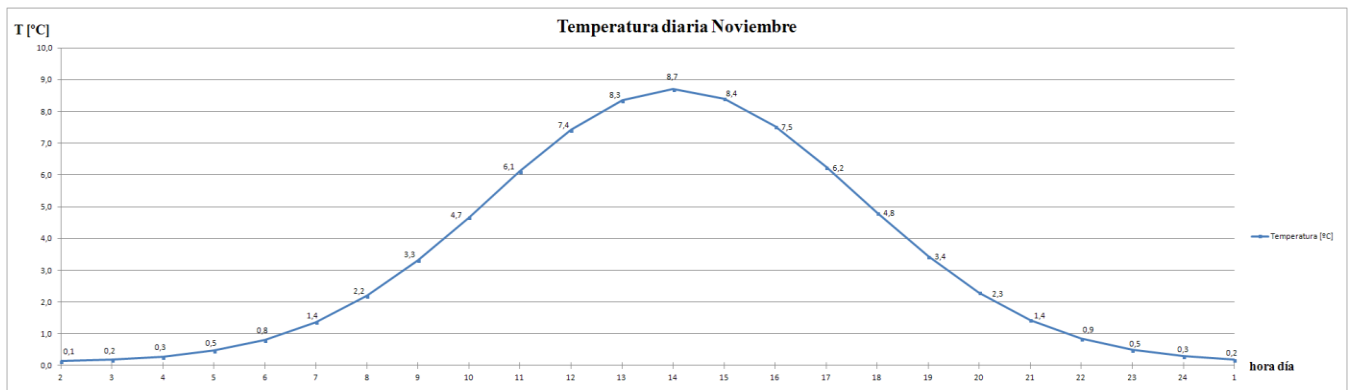
ENERGÍA TOTAL OCTUBRE

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía _{calefac} [Wh]	-47.900,68	194.132,32	374.461,16	521.796,54	600.208,99	598.237,04	531.926,89	360.571,61	117.725,29	-161.936,11	-302.422,26	-359.155,00
Energía _{calefac} [kWh]	-47,90	194,13	374,46	521,80	600,21	598,24	531,93	360,57	117,73	-161,94	-302,42	-359,16
Ratio [Wh/m ²]	-89,61	363,16	700,50	976,12	1.122,81	1.119,12	995,07	674,52	220,23	-302,93	-565,74	-671,87

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía _{calefac} [Wh]	-406.694,86	-442.349,17	-466.520,56	-163.494,13	-504.768,20	-509.095,80	-511.271,40	-509.379,87	-505.348,79	-497.463,69	-468.383,12	-418.274,03
Energía _{calefac} [kWh]	-406,69	-442,35	-466,52	-163,49	-504,77	-509,10	-511,27	-509,38	-505,35	-497,46	-468,38	-418,27
Ratio [Wh/m ²]	-760,80	-827,50	-872,72	-305,85	-944,27	-952,36	-956,43	-952,90	-945,35	-930,60	-876,20	-782,46

Energía Total [kWh/mes]	-2.975,40
-------------------------	-----------

1.2.8 NOVIEMBRE



NOVIEMBRE

nº días 30

CARGAS POR TRANSMISIÓN

Cerramientos

U [W/m ² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m ²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	2,2	3,3	4,7	6,1	7,4	8,3	8,7	8,4	7,5	6,2	4,8	3,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-203.838,62	-191.697,10	-177.037,13	-161.434,57	-147.274,74	-137.203,01	-133.329,59	-136.510,92	-146.041,84	-159.909,64	-175.485,07	-190.326,12
Q _{transmisión} [kcal]	-175.301,21	-164.859,51	-152.251,93	-138.833,73	-126.656,28	-117.994,59	-114.663,45	-117.399,39	-125.595,98	-137.522,29	-150.917,16	-163.680,46

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	2,3	1,4	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-202.762,35	-212.089,37	-218.412,51	-222.311,28	-224.506,61	-225.638,69	-226.207,82	-225.713,00	-224.658,49	-222.595,78	-218.899,75	-212.849,81
Q _{transmisión} [kcal]	-174.375,62	-182.396,86	-187.834,76	-191.187,70	-193.075,68	-194.049,27	-194.538,72	-194.113,18	-193.206,30	-191.432,37	-188.253,78	-183.050,83

Cubierta

U [W/m ² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m ²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	2,2	3,3	4,7	6,1	7,4	8,3	8,7	8,4	7,5	6,2	4,8	3,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-67.043,38	-63.049,99	-58.228,26	-53.096,51	-48.439,29	-45.126,65	-43.852,67	-44.899,02	-48.033,78	-52.594,96	-57.717,78	-62.599,07
Q _{transmisión} [kcal]	-57.657,31	-54.222,99	-50.076,30	-45.663,00	-41.657,79	-38.808,92	-37.713,29	-38.613,16	-41.309,05	-45.231,66	-49.673,29	-53.835,20

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	2,3	1,4	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-66.689,40	-69.757,09	-71.836,80	-73.119,12	-73.841,17	-74.213,52	-74.400,71	-74.237,96	-73.891,13	-73.212,69	-71.997,05	-70.007,20
Q _{transmisión} [kcal]	-57.352,88	-59.991,10	-61.779,65	-62.882,44	-63.503,41	-63.823,63	-63.984,61	-63.844,65	-63.546,37	-62.962,92	-61.917,47	-60.206,19

Vidrios

U [W/m ² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m ²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	2,2	3,3	4,7	6,1	7,4	8,3	8,7	8,4	7,5	6,2	4,8	3,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-110.711,19	-104.116,75	-96.154,46	-87.680,21	-79.989,57	-74.519,29	-72.415,51	-74.143,40	-79.319,94	-86.851,98	-95.311,48	-103.372,13
Q _{transmisión} [kcal]	-95.211,63	-89.540,41	-82.692,83	-75.404,98	-68.791,03	-64.086,59	-62.277,34	-63.763,32	-68.215,15	-74.692,70	-81.967,88	-88.900,03

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	2,3	1,4	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-110.126,64	-115.192,44	-118.626,73	-120.744,28	-121.936,63	-122.551,50	-122.860,61	-122.591,86	-122.019,12	-120.898,80	-118.891,37	-115.605,45
Q _{transmisión} [kcal]	-94.708,91	-99.065,50	-102.018,99	-103.840,08	-104.865,50	-105.394,29	-105.660,13	-105.429,00	-104.936,45	-103.972,97	-102.246,58	-99.420,69

Contacto con terreno

U [W/m ² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m ²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	2,2	3,3	4,7	6,1	7,4	8,3	8,7	8,4	7,5	6,2	4,8	3,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-117.945,13	-110.919,81	-102.437,25	-93.409,29	-85.216,13	-79.388,43	-77.147,19	-78.987,97	-84.502,75	-92.526,94	-101.539,20	-110.126,53
Q _{transmisión} [kcal]	-101.432,81	-95.391,03	-88.096,04	-80.331,99	-73.285,88	-68.274,05	-66.346,58	-67.929,66	-72.672,37	-79.573,17	-87.323,71	-94.708,82

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	2,3	1,4	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-117.322,38	-122.719,19	-126.377,88	-128.633,79	-129.904,05	-130.559,09	-130.888,40	-130.602,09	-129.991,93	-128.798,40	-126.659,81	-123.159,19
Q _{transmisión} [kcal]	-100.897,25	-105.538,50	-108.684,98	-110.625,06	-111.717,48	-112.280,82	-112.564,03	-112.317,80	-111.793,06	-110.766,63	-108.927,43	-105.916,90

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodom. [W]	12.020
S _{habitable} [m ²]	534,56
$\rho_{potencia}$ [W/m ²]	22,49
C _{simultaneidad}	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Q _{internas} [W h]	180.300,00	180.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00
Q _{internas} [kcal]	155.058,00	155.058,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Q _{internas} [W h]	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180.300,00	180.300,00
Q _{internas} [kcal]	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155.058,00	155.058,00

CARGAS PRODUCCIÓN ACS

C _{p, agua} [kcal/kg °C]	1
ρ_{agua} [kg/m ³]	1000
v [m ³]	0,18

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{red} [°C]	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
T _{interior} [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q _{ACS} [kcal]	-275.400,00	-275.400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-275.400,00	-275.400,00	-275.400,00	-275.400,00	-275.400,00	-275.400,00
Q _{ACS} [W h]	-320.232,56	-320.232,56	0,00	0,00	0,00	0,00	-320.232,56	-320.232,56	-320.232,56	-320.232,56	-320.232,56	-320.232,56

	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{red} [°C]	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
T _{interior} [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q _{ACS} [kcal]	-275.400,00	-275.400,00	-275.400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-275.400,00	-275.400,00
Q _{ACS} [W h]	-320.232,56	-320.232,56	-320.232,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-320.232,56	-320.232,56

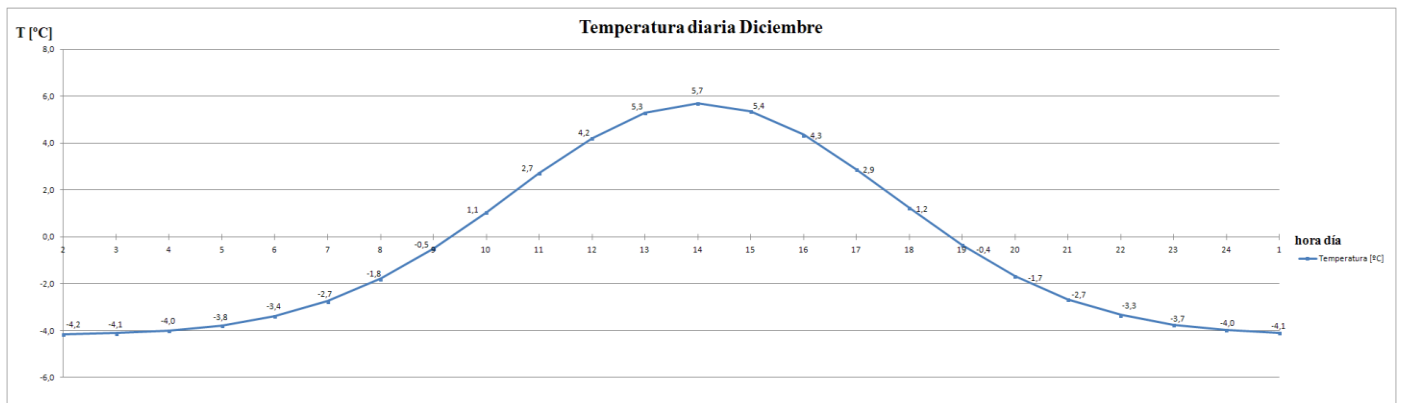
ENERGÍA TOTAL NOVIEMBRE

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía _{calefac} [Wh]	-154.208,98	131.439,23	339.996,20	486.425,59	550.511,11	527.147,33	422.051,38	214.118,06	-83.826,70	-384.851,87	-433.623,51	-471.096,76
Energía _{calefac} [kWh]	-154,21	131,44	340,00	486,43	550,51	527,15	422,05	214,12	-83,83	-384,85	-433,62	-471,10
Ratio [Wh/m ²]	-288,48	245,88	636,03	909,96	1.029,84	986,13	789,53	400,55	-156,81	-719,94	-811,18	-881,28

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía _{calefac} [Wh]	-502.497,89	-526.048,35	-542.014,10	-231.625,83	-559.312,86	-562.171,33	-563.608,37	-562.358,97	-559.696,36	-554.488,07	-543.244,36	-518.524,31
Energía _{calefac} [kWh]	-502,50	-526,05	-542,01	-231,63	-559,31	-562,17	-563,61	-562,36	-559,70	-554,49	-543,24	-518,52
Ratio [Wh/m ²]	-940,02	-984,08	-1.013,94	-433,30	-1.046,31	-1.051,65	-1.054,34	-1.052,00	-1.047,02	-1.037,28	-1.016,25	-970,00

Energía Total [kWh/mes]	-5.081,51
-------------------------	-----------

1.2.9 DICIEMBRE

**DICIEMBRE**

nº días 31

CARGAS POR TRANSMISIÓN**Cerramientos**

U [W/m ² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m ²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-1,8	-0,5	1,1	2,7	4,2	5,3	5,7	5,4	4,3	2,9	1,2	-0,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-255.250,25	-240.807,50	-223.368,94	-204.809,15	-187.965,55	-175.984,87	-171.377,30	-175.161,61	-186.498,97	-202.995,20	-221.522,71	-239.176,66
Q _{transmisión} [kcal]	-219.515,21	-207.094,45	-192.097,29	-176.135,87	-161.650,37	-151.346,99	-147.384,48	-150.638,98	-160.389,11	-174.575,87	-190.509,53	-205.691,93

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-1,7	-2,7	-3,3	-3,7	-4,0	-4,1	-4,2	-4,1	-4,0	-3,8	-3,4	-2,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-253.970,00	-265.064,81	-272.586,40	-277.224,13	-279.835,54	-281.182,19	-281.859,19	-281.270,59	-280.016,21	-277.562,55	-273.165,99	-265.969,37
Q _{transmisión} [kcal]	-218.414,20	-227.955,74	-234.424,31	-238.412,75	-240.658,57	-241.816,69	-242.398,91	-241.892,71	-240.813,94	-238.703,79	-234.922,75	-228.733,66

Cubierta

U [W/m ² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m ²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-1,8	-0,5	1,1	2,7	4,2	5,3	5,7	5,4	4,3	2,9	1,2	-0,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-83.952,89	-79.202,60	-73.466,99	-67.362,60	-61.822,66	-57.882,17	-56.366,72	-57.611,39	-61.340,30	-66.765,98	-72.859,76	-78.666,22
Q _{transmisión} [kcal]	-72.199,48	-68.114,24	-63.181,61	-57.931,83	-53.167,49	-49.778,66	-48.475,38	-49.545,80	-52.752,66	-57.418,74	-62.659,39	-67.652,95

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-1,7	-2,7	-3,3	-3,7	-4,0	-4,1	-4,2	-4,1	-4,0	-3,8	-3,4	-2,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-83.531,81	-87.180,94	-89.654,82	-91.180,19	-92.039,09	-92.482,01	-92.704,68	-92.511,09	-92.098,52	-91.291,50	-89.845,45	-87.478,45
Q _{transmisión} [kcal]	-71.837,35	-74.975,61	-77.103,15	-78.414,96	-79.153,62	-79.534,53	-79.726,03	-79.559,53	-79.204,72	-78.510,69	-77.267,09	-75.231,47

Vidrios

U [W/m ² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m ²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-1,8	-0,5	1,1	2,7	4,2	5,3	5,7	5,4	4,3	2,9	1,2	-0,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-138.634,47	-130.790,16	-121.318,73	-111.238,32	-102.090,03	-95.582,94	-93.080,43	-95.135,80	-101.293,48	-110.253,11	-120.315,98	-129.904,40
Q _{transmisión} [kcal]	-119.225,65	-112.479,54	-104.334,11	-95.664,96	-87.797,42	-82.201,33	-80.049,17	-81.816,79	-87.112,39	-94.817,67	-103.471,75	-111.717,79

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-1,7	-2,7	-3,3	-3,7	-4,0	-4,1	-4,2	-4,1	-4,0	-3,8	-3,4	-2,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-137.939,13	-143.965,07	-148.050,29	-150.569,18	-151.987,52	-152.718,93	-153.086,63	-152.766,94	-152.085,65	-150.752,99	-148.365,08	-144.456,37
Q _{transmisión} [kcal]	-118.627,65	-123.809,96	-127.323,25	-129.489,50	-130.709,27	-131.338,28	-131.654,50	-131.379,57	-130.793,66	-129.647,57	-127.593,97	-124.232,48

Contacto con terreno

U [W/m ² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m ²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	-1,8	-0,5	1,1	2,7	4,2	5,3	5,7	5,4	4,3	2,9	1,2	-0,4
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-147.692,94	-139.336,07	-129.245,77	-118.506,70	-108.760,65	-101.828,39	-99.162,36	-101.352,04	-107.912,06	-117.457,11	-128.177,51	-138.392,44
Q _{transmisión} [kcal]	-127.015,93	-119.829,02	-111.151,37	-101.915,76	-93.534,16	-87.572,42	-85.279,63	-87.162,75	-92.804,37	-101.013,12	-110.232,66	-119.017,50

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	-1,7	-2,7	-3,3	-3,7	-4,0	-4,1	-4,2	-4,1	-4,0	-3,8	-3,4	-2,7
T _{interior} [°C]	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Q _{transmisión} [W h]	-146.952,16	-153.371,84	-157.723,99	-160.407,47	-161.918,49	-162.697,68	-163.089,41	-162.748,83	-162.023,02	-160.603,28	-158.059,35	-153.895,24
Q _{transmisión} [kcal]	-126.378,86	-131.899,78	-135.642,63	-137.950,42	-139.249,90	-139.920,01	-140.256,89	-139.964,00	-139.339,80	-138.118,82	-135.931,04	-132.349,91

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodom. [W]	12.020
$S_{habitable}$ [m ²]	534,56
$P_{potencia}$ [W/m ²]	22,49
$C_{simultaneidad}$	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{internas}$ [W h]	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00
$Q_{internas}$ [kcal]	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{internas}$ [W h]	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00
$Q_{internas}$ [kcal]	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60

CARGAS PRODUCCIÓN ACS

$C_{p, agua}$ [kcal/kg °C]	1
ρ_{agua} [kg/m ³]	1000
v [m ³]	0,18

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{red} [°C]	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
$T_{interior}$ [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q_{ACS} [kcal]	-301.320,00	-301.320,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00
Q_{ACS} [W h]	-350.372,09	-350.372,09	0,00	0,00	0,00	0,00	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09

	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T_{red} [°C]	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
$T_{interior}$ [°C]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Q_{ACS} [kcal]	-301.320,00	-301.320,00	-301.320,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-301.320,00	-301.320,00
Q_{ACS} [W h]	-350.372,09	-350.372,09	-350.372,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-350.372,09	-350.372,09

ENERGÍA TOTAL DICIEMBRE

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía Calefac [Wh]	-621.648,01	-27.295,33	200.448,72	346.527,40	416.707,31	401.416,54	286.265,38	83.158,12	-246.368,54	-522.235,22	-569.016,68	-613.592,41
Energía Calefac [kWh]	-621,65	-27,30	200,45	346,53	416,71	401,42	286,27	83,16	-246,37	-522,24	-569,02	-613,59
Ratio [Wh/m ²]	-1.162,92	-51,06	374,98	648,25	779,53	750,93	535,52	155,56	-460,88	-976,94	-1.064,46	-1.147,85

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía Calefac [Wh]	-650.945,15	-678.959,25	-697.951,06	-359.289,09	-698.764,87	-702.165,12	-703.874,53	-702.388,32	-699.221,05	-693.025,62	-699.414,50	-681.243,24
Energía Calefac [kWh]	-650,95	-678,96	-697,95	-359,29	-698,76	-702,17	-703,87	-702,39	-699,22	-693,03	-699,41	-681,24
Ratio [Wh/m ²]	-1.217,72	-1.270,13	-1.305,66	-672,12	-1.307,18	-1.313,54	-1.316,74	-1.313,96	-1.308,03	-1.296,44	-1.308,39	-1.274,40

Energía Total [kWh/mes]	-8.832,87
-------------------------	-----------

1.3 Cálculo de potencias de refrigeración

CARGAS POR TRANSMISIÓN

$$Q_{\text{trans}} [\text{W}] = U [\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}] * S [\text{m}^2] * \Delta T [^\circ\text{C}]$$

Cerramientos

U [W/m ² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m ²]	552,83	

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T _{exterior max} [°C]	18,30	21,90	24,40	27,90	33,50	38,70	36,90	36,60	33,40	27,70	21,10	18,30
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	3.071,28	4.950,18	4.299,79	4.191,39	3.035,15	0,00	0,00	0,00
Q _{transmisión} [kcal/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	2.641,30	4.257,15	3.697,82	3.604,60	2.610,22	0,00	0,00	0,00

Cubierta

U [W/m ² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m ²]	323,25	

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T _{exterior max} [°C]	18,30	21,90	24,40	27,90	33,50	38,70	36,90	36,60	33,40	27,70	21,10	18,30
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	1.010,16	1.628,13	1.414,22	1.378,57	998,27	0,00	0,00	0,00
Q _{transmisión} [kcal/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	868,73	1.400,20	1.216,23	1.185,57	858,51	0,00	0,00	0,00

Vidrios

U [W/m ² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m ²]	115,44	

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T _{exterior max} [°C]	18,30	21,90	24,40	27,90	33,50	38,70	36,90	36,60	33,40	27,70	21,10	18,30
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	1.668,11	2.688,60	2.335,35	2.276,48	1.648,48	0,00	0,00	0,00
Q _{transmisión} [kcal/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	1.434,57	2.312,19	2.008,40	1.957,77	1.417,70	0,00	0,00	0,00

Contacto con terreno

U [W/m ² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m ²]	324,06	

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T _{exterior max} [°C]	18,30	21,90	24,40	27,90	33,50	38,70	36,90	36,60	33,40	27,70	21,10	18,30
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	1.777,10	2.864,27	2.487,94	2.425,22	1.756,20	0,00	0,00	0,00
Q _{transmisión} [kcal/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	1.528,31	2.463,27	2.139,63	2.085,69	1.510,33	0,00	0,00	0,00

CARGAS POR INFILTRACIÓN

$$Q_{\text{infiltr}} [\text{kcal/h}] = c_{p,\text{aire}} [\text{kcal/kg } ^\circ\text{C}] * \rho_{\text{aire}} [\text{kg/m}^3] * \dot{v} [\text{m}^3/\text{h}] * \Delta T [^\circ\text{C}] * C_{\text{infiltr}}$$

c _{p, aire} [kcal/kg °C]	0,24
ρ _{aire} [kg/m ³]	1,2
v [m ³ /h]	1603,68
C _{infiltr}	5%

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T _{exterior max} [°C]	18,30	21,90	24,40	27,90	33,50	38,70	36,90	36,60	33,40	27,70	21,10	18,30
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{infiltración} [kcal/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	196,29	316,37	274,81	267,88	193,98	0,00	0,00	0,00
Q _{infiltración} [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	228,24	367,88	319,54	311,49	225,56	0,00	0,00	0,00

CARGAS POR RADIACIÓN SOLAR

$$Q_{\text{solar}} [\text{W}] = R_{\text{med}} [\text{W/m}^2] * S_{\text{vidrio}} [\text{m}^2] * F_{\text{solar}} * C_1 * C_2 * C_3$$

Fachada Norte

$S_{\text{vidrio}} [\text{m}^2]$	9,98
F_{solar}	0,71
C_1	0,20
C_2	1,00
C_3	0,90

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
$R_{\text{med}} [\text{W/m}^2]$	673,65	715,00	603,84	457,40	321,48	263,14	250,87	333,34	544,54	621,51	675,46	700,60
$Q_{\text{solar}} [\text{W}]$	0,00	0,00	0,00	0,00	410,03	335,62	319,97	425,16	694,53	0,00	0,00	0,00
$Q_{\text{solar}} [\text{kcal/h}]$	0,00	0,00	0,00	0,00	352,63	288,63	275,17	365,64	597,29	0,00	0,00	0,00

Fachada Sur

$S_{\text{vidrio}} [\text{m}^2]$	77,88
F_{solar}	0,71
C_1	0,65
C_2	1,00
C_3	0,90

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
$R_{\text{med}} [\text{W/m}^2]$	673,65	715,00	603,84	457,40	321,48	263,14	250,87	333,34	544,54	621,51	675,46	700,60
$Q_{\text{solar}} [\text{W}]$	0,00	0,00	0,00	0,00	10.399,11	8.511,91	8.114,91	10.782,81	17.614,41	0,00	0,00	0,00
$Q_{\text{solar}} [\text{kcal/h}]$	0,00	0,00	0,00	0,00	8.943,23	7.320,24	6.978,82	9.273,22	15.148,40	0,00	0,00	0,00

Fachada Este

$S_{\text{vidrio}} [\text{m}^2]$	3,66
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	1,00
C_3	0,90

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
$R_{\text{med}} [\text{W/m}^2]$	673,65	715,00	603,84	457,40	321,48	263,14	250,87	333,34	544,54	621,51	675,46	700,60
$Q_{\text{solar}} [\text{W}]$	0,00	0,00	0,00	0,00	300,74	246,17	234,69	311,84	509,41	0,00	0,00	0,00
$Q_{\text{solar}} [\text{kcal/h}]$	0,00	0,00	0,00	0,00	258,64	211,70	201,83	268,18	438,10	0,00	0,00	0,00

Fachada Oeste

$S_{\text{vidrio}} [\text{m}^2]$	23,92
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	1,00
C_3	0,90

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
$R_{\text{med}} [\text{W/m}^2]$	673,65	715,00	603,84	457,40	321,48	263,14	250,87	333,34	544,54	621,51	675,46	700,60
$Q_{\text{solar}} [\text{W}]$	0,00	0,00	0,00	0,00	1.965,52	1.608,82	1.533,79	2.038,05	3.329,28	0,00	0,00	0,00
$Q_{\text{solar}} [\text{kcal/h}]$	0,00	0,00	0,00	0,00	1.690,35	1.383,59	1.319,06	1.752,72	2.863,18	0,00	0,00	0,00

CARGAS POR ILUMINACIÓN

$$Q_{\text{iluminación}} [\text{W}] = \rho_{\text{potencia}} [\text{W/m}^2] * S_{\text{habitable}} [\text{m}^2] * C_{\text{reactancia}} * C_{\text{simultaneidad}}$$

Planta Sótano

Pot. Lum [W]	784
S _{habitable} [m ²]	167,90
ρ _{potencia} [W/m ²]	4,67
C _{reactancia}	1,1
C _{simultaneidad}	0,20

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Q _{iluminación} [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	172,48	172,48	172,48	172,48	172,48	0,00	0,00	0,00
Q _{iluminación} [kcal/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	148,33	148,33	148,33	148,33	148,33	0,00	0,00	0,00

Planta Baja

Pot. Lum [W]	2554
S _{habitable} [m ²]	178,78
ρ _{potencia} [W/m ²]	14,29
C _{reactancia}	1,1
C _{simultaneidad}	0,75

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Q _{iluminación} [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	2.107,05	2.107,05	2.107,05	2.107,05	2.107,05	0,00	0,00	0,00
Q _{iluminación} [kcal/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	1.812,06	1.812,06	1.812,06	1.812,06	1.812,06	0,00	0,00	0,00

Planta Primera

Pot. Lum [W]	3710
S _{habitable} [m ²]	187,88
ρ _{potencia} [W/m ²]	19,75
C _{reactancia}	1,1
C _{simultaneidad}	0,60

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Q _{iluminación} [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	2.448,60	2.448,60	2.448,60	2.448,60	2.448,60	0,00	0,00	0,00
Q _{iluminación} [kcal/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	2.105,80	2.105,80	2.105,80	2.105,80	2.105,80	0,00	0,00	0,00

CARGAS POR OCUPACIÓN

$$Q_{\text{ocupación}} [\text{W}] = N^{\circ} \text{ personas} * \text{Carga sensible por persona} [\text{W/persona}] * C_{\text{simultaneidad}}$$

nº personas	6
Carga _{sensible} [W/pers]	60
C _{simultaneidad}	0,7

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Q _{ocupación} [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	252,00	252,00	252,00	252,00	252,00	0,00	0,00	0,00
Q _{ocupación} [kcal/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	216,72	216,72	216,72	216,72	216,72	0,00	0,00	0,00

CARGAS INTERNAS

$$Q_{\text{internas}} [\text{W}] = \rho_{\text{potencia}} [\text{W/m}^2] * S_{\text{habitable}} [\text{m}^2] * C_{\text{simultaneidad}}$$

Pot. Electrodom. [W]	12.020
S _{habitable} [m ²]	534,56
ρ _{potencia} [W/m ²]	22,49
C _{simultaneidad}	0,50

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Q _{internas} [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	6.010,00	6.010,00	6.010,00	6.010,00	6.010,00	0,00	0,00	0,00
Q _{internas} [kcal/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	5.168,60	5.168,60	5.168,60	5.168,60	5.168,60	0,00	0,00	0,00

CARGAS LATENTES

Cargas latentes por ocupación

$$Q_{lat, ocup} [W] = N^{\circ} \text{ personas} * \frac{\text{Carga latente}}{\text{por persona}} [W/persona] * C_{simultaneidad}$$

nº personas	6
Carga _{latente} [W/pers]	30
C _{simultaneidad}	0,7

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Q _{lat, ocupación} [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	126,00	126,00	126,00	126,00	126,00	0,00	0,00	0,00
Q _{lat, ocupación} [kcal/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	108,36	108,36	108,36	108,36	108,36	0,00	0,00	0,00

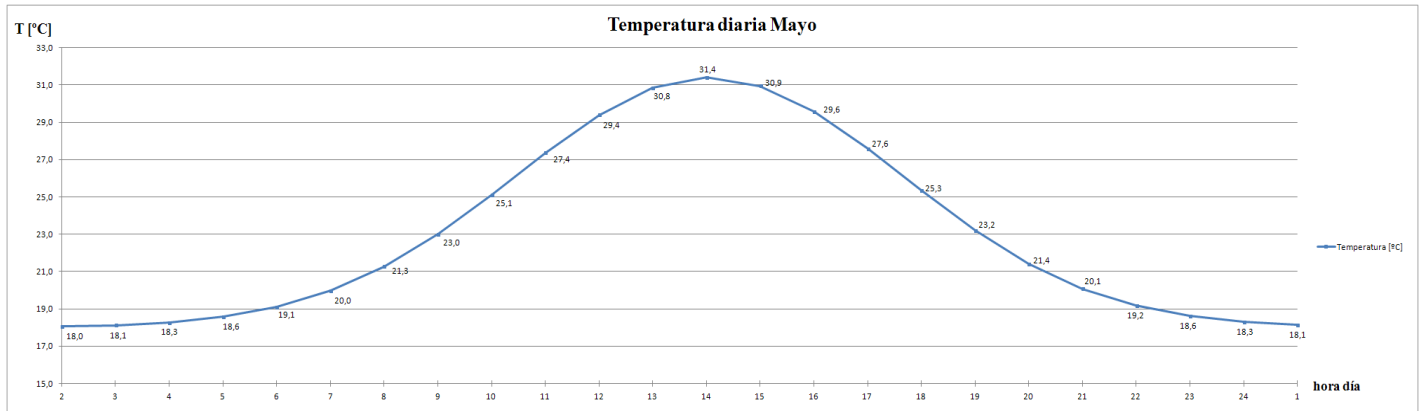
POTENCIA TOTAL

	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pot. Refrigeración [W]	0,00	0,00	0,00	0,00	31.946,43	34.317,71	32.176,33	35.257,13	40.927,42	0,00	0,00	0,00
Pot. Refrigeración [kW]	0,00	0,00	0,00	0,00	31,95	34,32	32,18	35,26	40,93	0,00	0,00	0,00
Ratio [W/m ²]	0,00	0,00	0,00	0,00	59,76	64,20	60,19	65,96	76,56	0,00	0,00	0,00

Potencia máxima refrigeración [kW]	40,93
------------------------------------	-------

1.4 Cálculo de energía de refrigeración

1.4.1 MAYO



MAYO

nº días

31

CARGAS POR TRANSMISIÓN

Cerramientos

U [W/m ² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m ²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	21,3	23,0	25,1	27,4	29,4	30,8	31,4	30,9	29,6	27,6	25,3	23,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-41.837,76	-22.288,99	1.314,71	26.436,04	49.234,46	65.450,73	71.687,24	66.565,04	51.219,53	28.891,30	3.813,65	-20.081,60
Q _{transmisión} [kcal]	-35.980,48	-19.168,53	1.130,65	22.735,00	42.341,63	56.287,63	61.651,02	57.245,94	44.048,79	24.846,51	3.279,74	-17.270,17

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	21,4	20,1	19,2	18,6	18,3	18,1	18,0	18,1	18,3	18,6	19,1	20,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-40.104,90	-55.122,12	-65.302,86	-71.580,19	-75.114,83	-76.937,57	-77.853,91	-77.057,22	-75.359,37	-72.038,25	-66.087,35	-56.346,48
Q _{transmisión} [kcal]	-34.490,21	-47.405,02	-56.160,46	-61.558,96	-64.598,75	-66.166,31	-66.954,36	-66.269,21	-64.809,06	-61.952,89	-56.835,13	-48.457,97

Cubierta

U [W/m ² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m ²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	21,3	23,0	25,1	27,4	29,4	30,8	31,4	30,9	29,6	27,6	25,3	23,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-13.760,62	-7.330,94	432,41	8.694,93	16.193,42	21.527,02	23.578,24	21.893,52	16.846,32	9.502,47	1.254,32	-6.604,92
Q _{transmisión} [kcal]	-11.834,13	-6.304,61	371,87	7.477,64	13.926,34	18.513,24	20.277,28	18.828,43	14.487,83	8.172,12	1.078,72	-5.680,23

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	21,4	20,1	19,2	18,6	18,3	18,1	18,0	18,1	18,3	18,6	19,1	20,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-13.190,67	-18.129,90	-21.478,39	-23.543,03	-24.705,59	-25.305,09	-25.606,48	-25.344,44	-24.786,02	-23.693,68	-21.736,41	-18.532,59
Q _{transmisión} [kcal]	-11.343,98	-15.591,71	-18.471,41	-20.247,00	-21.246,80	-21.762,38	-22.021,57	-21.796,22	-21.315,97	-20.376,57	-18.693,31	-15.938,03

Vidrios

U [W/m ² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m ²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	21,3	23,0	25,1	27,4	29,4	30,8	31,4	30,9	29,6	27,6	25,3	23,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-22.723,41	-12.105,85	714,06	14.358,25	26.740,79	35.548,36	38.935,60	36.153,58	27.818,94	15.691,78	2.071,31	-10.906,95
Q _{transmisión} [kcal]	-19.542,13	-10.411,03	614,09	12.348,10	22.997,08	30.571,59	33.484,62	31.092,08	23.924,29	13.494,93	1.781,33	-9.379,98

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	21,4	20,1	19,2	18,6	18,3	18,1	18,0	18,1	18,3	18,6	19,1	20,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-21.782,24	-29.938,57	-35.468,05	-38.877,46	-40.797,24	-41.787,22	-42.284,92	-41.852,21	-40.930,05	-39.126,25	-35.894,13	-30.603,55
Q _{transmisión} [kcal]	-18.732,72	-25.747,17	-30.502,52	-33.434,62	-35.085,62	-35.937,01	-36.365,03	-35.992,90	-35.199,85	-33.648,57	-30.868,95	-26.319,06

Contacto con terreno

U [W/m ² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m ²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	21,3	23,0	25,1	27,4	29,4	30,8	31,4	30,9	29,6	27,6	25,3	23,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-24.208,17	-12.896,86	760,72	15.296,43	28.488,05	37.871,11	41.479,68	38.515,87	29.636,65	16.717,09	2.206,65	-11.619,62
Q _{transmisión} [kcal]	-20.819,03	-11.091,30	654,22	13.154,93	24.499,72	32.569,15	35.672,52	33.123,65	25.487,52	14.376,69	1.897,72	-9.992,87

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	21,4	20,1	19,2	18,6	18,3	18,1	18,0	18,1	18,3	18,6	19,1	20,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-23.205,50	-31.894,77	-37.785,55	-41.417,74	-43.462,95	-44.517,63	-45.047,84	-44.586,86	-43.604,45	-41.682,78	-38.239,48	-32.603,21
Q _{transmisión} [kcal]	-19.956,73	-27.429,50	-32.495,58	-35.619,26	-37.378,14	-38.285,16	-38.741,14	-38.344,70	-37.499,83	-35.847,19	-32.885,95	-28.038,76

CARGAS POR INFILTRACIÓN

$C_{p, \text{aire}}$ [kcal/kg °C]	0,24
ρ_{aire} [kg/m ³]	1,2
v [m ³ /h]	1603,68
$C_{\text{infiltr.}}$	5%

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{exterior} [°C]	21,3	23,0	25,1	27,4	29,4	30,8	31,4	30,9	29,6	27,6	25,3	23,2
T_{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	-2.673,92	-1.424,53	84,03	1.689,57	3.146,66	4.183,06	4.581,65	4.254,28	3.273,52	1.846,49	243,74	-1.283,45
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	-3.109,21	-1.656,43	97,70	1.964,62	3.658,90	4.864,03	5.327,50	4.946,84	3.806,42	2.147,08	283,41	-1.492,38

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior min}}$ [°C]	21,4	20,1	19,2	18,6	18,3	18,1	18,0	18,1	18,3	18,6	19,1	20,0
T_{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	-2.563,17	-3.522,95	-4.173,61	-4.574,81	-4.800,71	-4.917,21	-4.975,77	-4.924,85	-4.816,34	-4.604,08	-4.223,75	-3.601,20
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	-2.980,43	-4.096,45	-4.853,04	-5.319,54	-5.582,22	-5.717,68	-5.785,78	-5.726,57	-5.600,40	-5.353,59	-4.911,34	-4.187,44

CARGAS POR RADIACIÓN SOLAR**Fachada Norte**

S_{vidrio} [m ²]	9,98
F_{solar}	0,71
C_1	0,20
C_2	0,35
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	157	254	327	371	383	363	311	231	131	56	35	8
Q_{solar} [W h]	2.172,66	3.515,00	4.525,21	5.134,11	5.300,17	5.023,40	4.303,79	3.196,71	1.812,85	774,96	484,35	110,71
Q_{solar} [kcal]	1.868,48	3.022,90	3.891,68	4.415,33	4.558,15	4.320,12	3.701,26	2.749,17	1.559,05	666,47	416,54	95,21

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	41	60
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	207,58	567,38	830,31
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	178,52	487,95	714,07

Fachada Sur

S_{vidrio} [m ²]	77,88
F_{solar}	0,71
C_1	0,65
C_2	0,35
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	157	254	327	371	383	363	311	231	131	56	35	8
Q_{solar} [W h]	55.102,28	89.146,36	114.767,16	130.209,84	134.421,48	127.402,08	109.151,64	81.074,05	45.977,06	19.654,32	12.283,95	2.807,76
Q_{solar} [kcal]	47.387,96	76.665,87	98.699,76	111.980,46	115.602,47	109.565,79	93.870,41	69.723,68	39.540,27	16.902,71	10.564,19	2.414,67

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	41	60
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.264,55	14.389,77	21.058,20
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.527,51	12.375,20	18.110,05

Fachada Este

S_{vidrio} [m ²]	3,66
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,35
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	157	254	327	371	383	363	311	231	131	56	35	8
Q_{solar} [W h]	1.593,57	2.578,13	3.319,09	3.765,70	3.887,50	3.684,50	3.156,69	2.344,68	1.329,67	568,41	355,25	81,20
Q_{solar} [kcal]	1.370,47	2.217,19	2.854,42	3.238,50	3.343,25	3.168,67	2.714,75	2.016,43	1.143,51	488,83	305,52	69,83

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	41	60
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	152,25	416,16	609,01
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	130,94	357,89	523,75

Fachada Oeste

S_{vidrio} [m ²]	23,92
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,35
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	157	254	327	371	383	363	311	231	131	56	35	8
Q_{solar} [W h]	10.414,81	16.849,44	21.692,00	24.610,80	25.406,83	24.080,11	20.630,61	15.323,70	8.690,07	3.714,84	2.321,77	530,69
Q_{solar} [kcal]	8.956,74	14.490,52	18.655,12	21.165,29	21.849,88	20.708,89	17.742,33	13.178,39	7.473,46	3.194,76	1.996,73	456,39

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	41	60
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	995,05	2.719,79	3.980,18
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	855,74	2.339,02	3.422,96

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodom. [W]	12.020
S _{habitable} [m ²]	534,56
P _{potencia} [W/m ²]	22,49
C _{simultaneidad}	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Q _{internas} [W h]	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00
Q _{internas} [kcal]	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Q _{internas} [W h]	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00
Q _{internas} [kcal]	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60

CARGAS LATENTES

Cargas latentes por ocupación

nº personas	6
Carga _{latente} [W/pers]	30
C _{simultaneidad}	0,7

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Q _{lat, cupación} [Wh]	3.906,00	3.906,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00
Q _{lat, cupación} [kcal]	3.359,16	3.359,16	0,00	0,00	0,00	0,00	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16

	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Q _{lat, cupación} [Wh]	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00
Q _{lat, cupación} [kcal]	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16

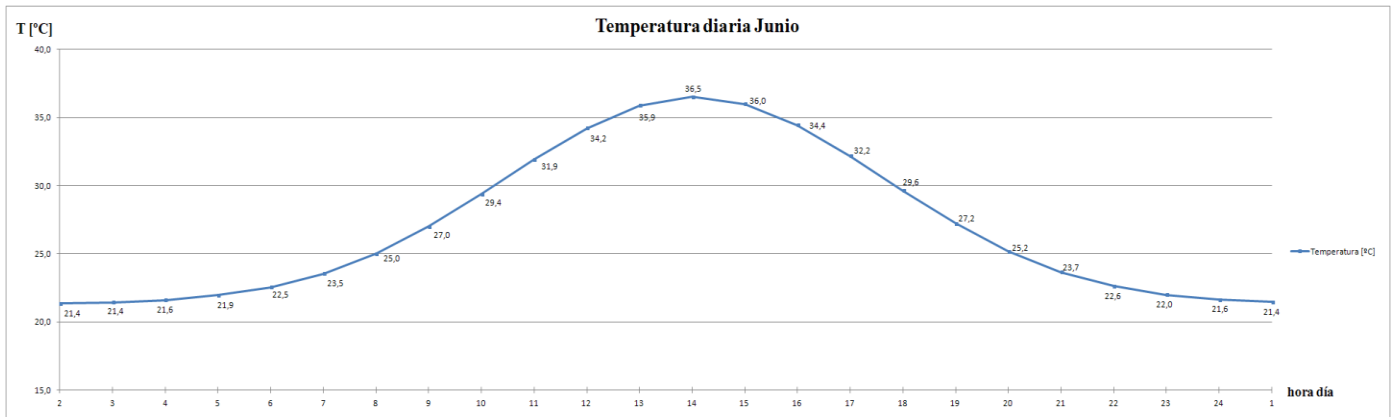
ENERGÍA TOTAL MAYO

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía _{calefac} [Wh]	304.338,17	396.503,89	147.623,06	230.470,71	293.331,61	325.451,33	658.945,03	610.708,03	527.831,54	438.356,26	365.768,71	293.518,92
Energía _{calefac} [kWh]	304,34	396,50	147,62	230,47	293,33	325,45	658,95	610,71	527,83	438,36	365,77	293,52
Ratio [Wh/m ²]	569,32	741,74	276,16	431,14	548,73	608,82	1.232,69	1.142,45	987,41	820,03	684,24	549,09

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía _{calefac} [Wh]	239.430,29	201.512,23	175.806,14	159.956,07	-181.850,83	-186.453,20	-188.766,93	-186.755,30	-182.468,29	-167.463,12	191.918,41	224.898,46
Energía _{calefac} [kWh]	239,43	201,51	175,81	159,96	-181,85	-186,45	-188,77	-186,76	-182,47	-167,46	191,92	224,90
Ratio [Wh/m ²]	447,90	376,97	328,88	299,23	-340,19	-348,80	-353,13	-349,36	-341,34	-313,27	359,02	420,72

Energía Total [kWh/mes]	4.692,61
-------------------------	----------

1.4.2 JUNIO

**JUNIO**

nº días 30

CARGAS POR TRANSMISIÓN**Cerramientos**

U [W/m ² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m ²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	25,0	27,0	29,4	31,9	34,2	35,9	36,5	36,0	34,4	32,2	29,6	27,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	37,14	21.496,56	47.407,21	74.983,83	100.010,50	117.811,70	124.657,75	119.034,92	102.189,58	77.679,05	50.150,39	23.919,69
Q _{transmisión} [kcal]	31,94	18.487,04	40.770,20	64.486,09	86.009,03	101.318,06	107.205,66	102.370,03	87.883,04	66.803,98	43.129,33	20.570,93

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	25,2	23,7	22,6	22,0	21,6	21,4	21,4	21,4	21,6	21,9	22,5	23,5
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	1.939,37	-14.545,59	-25.721,37	-32.612,23	-36.492,33	-38.493,22	-39.499,12	-38.624,56	-36.760,77	-33.115,05	-26.582,54	-15.889,62
Q _{transmisión} [kcal]	1.667,86	-12.509,21	-22.120,38	-28.046,51	-31.383,41	-33.104,17	-33.969,25	-33.217,12	-31.614,27	-28.478,95	-22.860,98	-13.665,07

Cubierta

U [W/m ² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m ²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	25,0	27,0	29,4	31,9	34,2	35,9	36,5	36,0	34,4	32,2	29,6	27,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	12,22	7.070,31	15.592,43	24.662,50	32.893,88	38.748,77	41.000,46	39.151,09	33.610,58	25.548,97	16.494,67	7.867,29
Q _{transmisión} [kcal]	10,51	6.080,46	13.409,49	21.209,75	28.288,73	33.323,94	35.260,40	33.669,94	28.905,10	21.972,11	14.185,42	6.765,87

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	25,2	23,7	22,6	22,0	21,6	21,4	21,4	21,4	21,6	21,9	22,5	23,5
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	637,87	-4.784,11	-8.459,87	-10.726,30	-12.002,48	-12.660,58	-12.991,43	-12.703,78	-12.090,77	-10.891,68	-8.743,11	-5.226,16
Q _{transmisión} [kcal]	548,57	-4.114,33	-7.275,49	-9.224,62	-10.322,13	-10.888,10	-11.172,63	-10.925,25	-10.398,07	-9.366,85	-7.519,07	-4.494,50

Vidrios

U [W/m ² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m ²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	25,0	27,0	29,4	31,9	34,2	35,9	36,5	36,0	34,4	32,2	29,6	27,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	20,17	11.675,46	25.748,35	40.726,09	54.318,86	63.987,26	67.705,56	64.651,63	55.502,39	42.189,95	27.238,26	12.991,54
Q _{transmisión} [kcal]	17,35	10.040,89	22.143,58	35.024,44	46.714,22	55.029,04	58.226,78	55.600,40	47.732,05	36.283,35	23.424,90	11.172,72

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	25,2	23,7	22,6	22,0	21,6	21,4	21,4	21,4	21,6	21,9	22,5	23,5
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	1.053,33	-7.900,17	-13.970,09	-17.712,73	-19.820,14	-20.906,88	-21.453,22	-20.978,22	-19.965,94	-17.985,83	-14.437,82	-8.630,15
Q _{transmisión} [kcal]	905,87	-6.794,15	-12.014,28	-15.232,95	-17.045,32	-17.979,92	-18.449,77	-18.041,27	-17.170,71	-15.467,82	-12.416,52	-7.421,93

Contacto con terreno

U [W/m ² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m ²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	25,0	27,0	29,4	31,9	34,2	35,9	36,5	36,0	34,4	32,2	29,6	27,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	21,49	12.438,34	27.430,77	43.387,16	57.868,09	68.168,22	72.129,48	68.876,00	59.128,95	44.946,66	29.018,02	13.840,41
Q _{transmisión} [kcal]	18,48	10.696,97	23.590,46	37.312,95	49.766,56	58.624,67	62.031,36	59.233,36	50.850,90	38.654,13	24.955,50	11.902,76

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	25,2	23,7	22,6	22,0	21,6	21,4	21,4	21,4	21,6	21,9	22,5	23,5
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	1.122,16	-8.416,37	-14.882,90	-18.870,09	-21.115,20	-22.272,95	-22.854,99	-22.348,95	-21.270,52	-19.161,04	-15.381,19	-9.194,05
Q _{transmisión} [kcal]	965,06	-7.238,08	-12.799,30	-16.228,28	-18.159,07	-19.154,74	-19.655,29	-19.220,10	-18.292,65	-16.478,49	-13.227,83	-7.906,88

CARGAS POR INFILTRACIÓN

$C_{p, \text{aire}}$ [kcal/kg °C]	0,24
ρ_{aire} [kg/m³]	1,2
v [m³/h]	1603,68
C_{infiltr}	5%

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{exterior} [°C]	25,0	27,0	29,4	31,9	34,2	35,9	36,5	36,0	34,4	32,2	29,6	27,2
T_{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	2,37	1.373,88	3.029,87	4.792,34	6.391,84	7.529,54	7.967,08	7.607,72	6.531,10	4.964,60	3.205,19	1.528,75
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	2,76	1.597,54	3.523,11	5.572,49	7.432,37	8.755,28	9.264,05	8.846,18	7.594,31	5.772,79	3.726,97	1.777,61

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior min}}$ [°C]	25,2	23,7	22,6	22,0	21,6	21,4	21,4	21,4	21,6	21,9	22,5	23,5
T_{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	123,95	-929,63	-1.643,90	-2.084,30	-2.332,29	-2.460,17	-2.524,45	-2.468,56	-2.349,44	-2.116,44	-1.698,93	-1.015,53
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	144,13	-1.080,97	-1.911,51	-2.423,61	-2.711,96	-2.860,66	-2.935,41	-2.870,42	-2.731,91	-2.460,97	-1.975,50	-1.180,85

CARGAS POR RADIACIÓN SOLAR**Fachada Norte**

S_{vidrio} [m²]	9,98
F_{solar}	0,71
C_1	0,20
C_2	0,29
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	116	226	313	366	381	357	294	200	63	51	34	12
Q_{solar} [W h]	1.287,18	2.507,78	3.473,16	4.061,27	4.227,71	3.961,40	3.262,33	2.219,27	699,07	565,91	377,28	133,16
Q_{solar} [kcal]	1.106,97	2.156,69	2.986,92	3.492,69	3.635,83	3.406,81	2.805,60	1.908,57	601,20	486,69	324,46	114,51

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	39	55
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133,16	432,76	610,30
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	114,51	372,17	524,86

Fachada Sur

S_{vidrio} [m²]	77,88
F_{solar}	0,71
C_1	0,65
C_2	0,29
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	116	226	313	366	381	357	294	200	63	51	34	12
Q_{solar} [W h]	32.645,05	63.601,57	88.085,36	103.000,78	107.222,12	100.467,97	82.738,33	56.284,58	17.729,64	14.352,57	9.568,38	3.377,07
Q_{solar} [kcal]	28.074,75	54.697,35	75.753,41	88.580,67	92.211,02	86.402,45	71.154,96	48.404,74	15.247,49	12.343,21	8.228,81	2.904,28

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	39	55
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.377,07	10.975,49	15.478,26
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.904,28	9.438,92	13.311,30

Fachada Este

S_{vidrio} [m²]	3,66
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,29
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	116	226	313	366	381	357	294	200	63	51	34	12
Q_{solar} [W h]	944,10	1.839,37	2.547,45	2.978,81	3.100,89	2.905,56	2.392,81	1.627,76	512,75	415,08	276,72	97,67
Q_{solar} [kcal]	811,93	1.581,86	2.190,81	2.561,77	2.666,76	2.498,78	2.057,82	1.399,88	440,96	356,97	237,98	83,99

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	39	55
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,67	317,41	447,63
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	83,99	272,98	384,97

Fachada Oeste

S_{vidrio} [m²]	23,92
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,29
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	116	226	313	366	381	357	294	200	63	51	34	12
Q_{solar} [W h]	6.170,20	12.021,25	16.648,90	19.468,05	20.265,92	18.989,32	15.638,27	10.638,28	3.351,06	2.712,76	1.808,51	638,30
Q_{solar} [kcal]	5.306,37	10.338,28	14.318,06	16.742,52	17.428,69	16.330,82	13.448,91	9.148,92	2.881,91	2.332,97	1.555,32	548,94

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	39	55
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	638,30	2.074,46	2.925,53
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	548,94	1.784,04	2.515,95

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodóm. [W]	12.020
$S_{habitable}$ [m ²]	534,56
$P_{potencia}$ [W/m ²]	22,49
$C_{simultaneidad}$	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{internas}$ [W h]	180.300,00	180.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00
$Q_{internas}$ [kcal]	155.058,00	155.058,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{internas}$ [W h]	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180.300,00	180.300,00
$Q_{internas}$ [kcal]	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155.058,00	155.058,00

CARGAS LATENTES

Cargas latentes por ocupación

nº personas	6
$Carga_{latente}$ [W/pers]	30
$C_{simultaneidad}$	0,7

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{lat, cupación}$ [Wh]	3.780,00	3.780,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00
$Q_{lat, cupación}$ [kcal]	3.250,80	3.250,80	0,00	0,00	0,00	0,00	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80

	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{lat, cupación}$ [Wh]	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00
$Q_{lat, cupación}$ [kcal]	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80

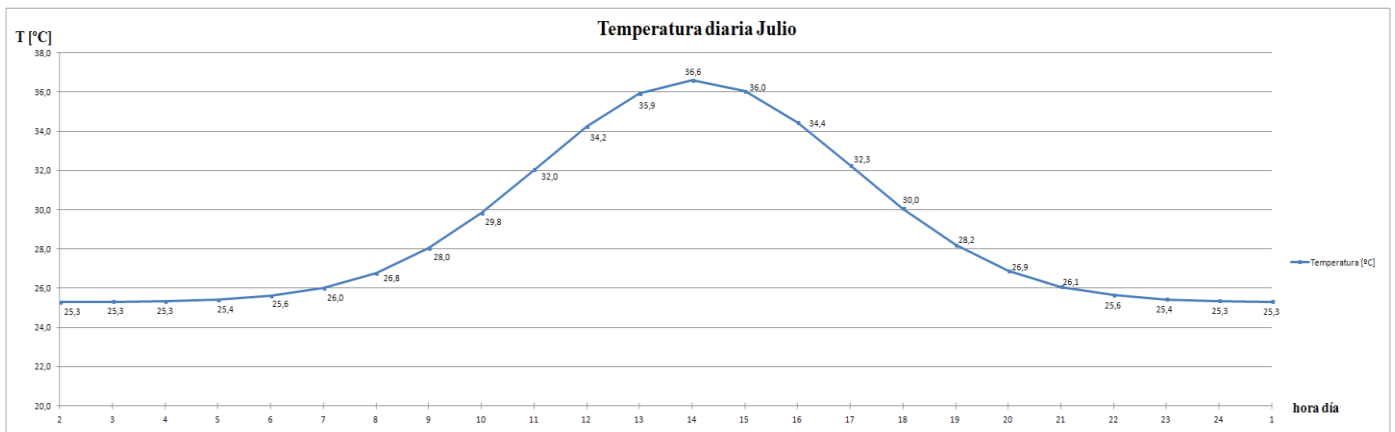
ENERGÍA TOTAL JUNIO

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía calefac [Wh]	370.844,21	463.952,07	230.456,74	318.840,96	387.340,33	423.795,47	748.492,93	701.033,61	610.022,23	543.887,64	468.363,10	394.346,63
Energía calefac [kWh]	370,84	463,95	230,46	318,84	387,34	423,80	748,49	701,03	610,02	543,89	468,36	394,35
Ratio [Wh/m ²]	693,74	867,91	431,11	596,45	724,60	792,79	1.400,20	1.311,42	1.141,17	1.017,45	876,17	737,70

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía calefac [Wh]	334.600,76	292.976,69	264.758,16	247.358,95	-84.582,11	-89.634,30	-92.174,17	-89.965,94	-85.259,92	-71.808,39	276.383,87	309.044,79
Energía calefac [kWh]	334,60	292,98	264,76	247,36	-84,58	-89,63	-92,17	-89,97	-85,26	-71,81	276,38	309,04
Ratio [Wh/m ²]	625,94	548,07	495,28	462,73	-158,23	-167,68	-172,43	-168,30	-159,50	-134,33	517,03	578,13

Energía Total [kWh/mes]	6.873,07
-------------------------	----------

1.4.3 JULIO

**JULIO**

nº días 31

CARGAS POR TRANSMISIÓN**Cerramientos**

U [W/m ² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m ²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	26,8	28,0	29,8	32,0	34,2	35,9	36,6	36,0	34,4	32,3	30,0	28,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	19.928,52	34.056,91	54.252,37	78.861,71	103.592,00	122.429,72	129.933,12	123.760,09	105.844,30	81.420,84	56.565,25	35.810,53
Q _{transmisión} [kcal]	17.138,53	29.288,94	46.657,04	67.821,07	89.089,12	105.289,56	111.742,48	106.433,68	91.026,10	70.021,92	48.646,12	30.797,06

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	26,9	26,1	25,6	25,4	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,4	25,6	26,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	21.070,72	12.009,69	7.140,27	4.838,53	3.877,61	3.522,32	3.400,06	3.503,68	3.823,22	4.697,86	6.818,78	11.362,46
Q _{transmisión} [kcal]	18.120,82	10.328,33	6.140,63	4.161,13	3.334,75	3.029,19	2.924,05	3.013,17	3.287,97	4.040,16	5.864,15	9.771,71

Cubierta

U [W/m ² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m ²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	26,8	28,0	29,8	32,0	34,2	35,9	36,6	36,0	34,4	32,3	30,0	28,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	6.554,57	11.201,46	17.843,83	25.937,95	34.071,85	40.267,65	42.735,55	40.705,22	34.812,64	26.779,66	18.604,55	11.778,24
Q _{transmisión} [kcal]	5.636,93	9.633,26	15.345,70	22.306,64	29.301,79	34.630,18	36.752,57	35.006,49	29.938,87	23.030,51	15.999,91	10.129,28

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	26,9	26,1	25,6	25,4	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,4	25,6	26,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	6.930,25	3.950,04	2.348,47	1.591,41	1.275,36	1.158,51	1.118,29	1.152,38	1.257,47	1.545,15	2.242,73	3.737,16
Q _{transmisión} [kcal]	5.960,01	3.397,03	2.019,68	1.368,61	1.096,81	996,31	961,73	991,04	1.081,43	1.328,83	1.928,74	3.213,96

Vidrios

U [W/m ² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m ²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	26,8	28,0	29,8	32,0	34,2	35,9	36,6	36,0	34,4	32,3	30,0	28,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	10.823,81	18.497,38	29.466,18	42.832,29	56.264,09	66.495,45	70.570,78	67.218,01	57.487,39	44.222,23	30.722,38	19.449,83
Q _{transmisión} [kcal]	9.308,48	15.907,75	25.340,91	36.835,77	48.387,12	57.186,09	60.690,87	57.807,49	49.439,15	38.031,12	26.421,24	16.726,85

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	26,9	26,1	25,6	25,4	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,4	25,6	26,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	11.444,17	6.522,84	3.878,11	2.627,96	2.106,05	1.913,08	1.846,68	1.902,96	2.076,51	2.551,56	3.703,49	6.171,31
Q _{transmisión} [kcal]	9.841,99	5.609,64	3.335,17	2.260,04	1.811,21	1.645,25	1.588,15	1.636,55	1.785,80	2.194,34	3.185,00	5.307,33

Contacto con terreno

U [W/m ² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m ²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	26,8	28,0	29,8	32,0	34,2	35,9	36,6	36,0	34,4	32,3	30,0	28,2
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	11.531,04	19.706,01	31.391,51	45.630,97	59.940,42	70.840,30	75.181,92	71.610,08	61.243,65	47.111,74	32.729,80	20.720,69
Q _{transmisión} [kcal]	9.916,70	16.947,17	26.996,70	39.242,64	51.548,76	60.922,66	64.656,45	61.584,67	52.669,54	40.516,09	28.147,62	17.819,80

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	26,9	26,1	25,6	25,4	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,4	25,6	26,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	12.191,94	6.949,05	4.131,51	2.799,67	2.243,67	2.038,08	1.967,34	2.027,30	2.212,19	2.718,28	3.945,48	6.574,55
Q _{transmisión} [kcal]	10.485,07	5.976,18	3.553,09	2.407,72	1.929,55	1.752,75	1.691,92	1.743,48	1.902,48	2.337,72	3.393,12	5.654,11

CARGAS POR INFILTRACIÓN

$C_{p, \text{aire}}$ [kcal/kg °C]	0,24
ρ_{aire} [kg/m³]	1,2
v [m³/h]	1603,68
C_{infiltr}	5%

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{exterior} [°C]	26,8	28,0	29,8	32,0	34,2	35,9	36,6	36,0	34,4	32,3	30,0	28,2
T_{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	1.273,66	2.176,63	3.467,36	5.040,18	6.620,74	7.824,69	8.304,24	7.909,71	6.764,68	5.203,74	3.615,18	2.288,71
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	1.481,01	2.530,97	4.031,81	5.860,68	7.698,53	9.098,47	9.656,09	9.197,34	7.865,91	6.050,86	4.203,70	2.661,29

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior min}}$ [°C]	26,9	26,1	25,6	25,4	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,4	25,6	26,0
T_{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	1.346,66	767,56	456,35	309,24	247,82	225,12	217,30	223,93	244,35	300,25	435,80	726,19
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	1.565,89	892,51	530,64	359,58	288,17	261,76	252,68	260,38	284,13	349,13	506,74	844,41

CARGAS POR RADIACIÓN SOLAR**Fachada Norte**

S_{vidrio} [m²]	9,98
F_{solar}	0,71
C_1	0,20
C_2	0,34
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	130	253	351	411	428	400	330	224	97	43	28	8
Q_{solar} [W h]	1.747,61	3.401,12	4.718,56	5.525,15	5.753,68	5.377,27	4.436,25	3.011,27	1.303,99	578,06	376,41	107,55
Q_{solar} [kcal]	1.502,95	2.924,97	4.057,96	4.751,63	4.948,17	4.624,45	3.815,17	2.589,69	1.121,43	497,13	323,71	92,49

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	32	46
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	174,76	430,18	618,39
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	150,29	369,96	531,81

Fachada Sur

S_{vidrio} [m²]	77,88
F_{solar}	0,71
C_1	0,65
C_2	0,34
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	130	253	351	411	428	400	330	224	97	43	28	8
Q_{solar} [W h]	44.322,49	86.258,38	119.670,71	140.127,25	145.923,26	136.376,88	112.510,93	76.371,05	33.071,39	14.660,51	9.546,38	2.727,54
Q_{solar} [kcal]	38.117,34	74.182,21	102.916,81	120.509,43	125.494,01	117.284,12	96.759,40	65.679,11	28.441,40	12.608,04	8.209,89	2.345,68

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	32	46
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.432,25	10.910,15	15.683,34
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.811,73	9.382,73	13.487,67

Fachada Este

S_{vidrio} [m²]	3,66
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,34
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	130	253	351	411	428	400	330	224	97	43	28	8
Q_{solar} [W h]	1.281,82	2.494,61	3.460,90	4.052,51	4.220,13	3.944,05	3.253,84	2.208,67	956,43	423,99	276,08	78,88
Q_{solar} [kcal]	1.102,36	2.145,37	2.976,38	3.485,16	3.629,32	3.391,88	2.798,30	1.899,46	822,53	364,63	237,43	67,84

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	32	46
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	128,18	315,52	453,57
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	110,24	271,35	390,07

Fachada Oeste

S_{vidrio} [m²]	23,92
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,34
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m²]	130	253	351	411	428	400	330	224	97	43	28	8
Q_{solar} [W h]	8.377,34	16.303,59	22.618,81	26.485,27	27.580,77	25.776,42	21.265,55	14.434,80	6.250,78	2.770,97	1.804,35	515,53
Q_{solar} [kcal]	7.204,51	14.021,08	19.452,18	22.777,33	23.719,46	22.167,72	18.288,37	12.413,92	5.375,67	2.383,03	1.551,74	443,35

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	32	46
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	837,73	2.062,11	2.964,29
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	720,45	1.773,42	2.549,29

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodin. [W]	12.020
$S_{habitable}$ [m ²]	534,56
$P_{potencia}$ [W/m ²]	22,49
$C_{simultaneidad}$	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{internas}$ [W h]	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00
$Q_{internas}$ [kcal]	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{internas}$ [W h]	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00
$Q_{internas}$ [kcal]	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60

CARGAS LATENTES

Cargas latentes por ocupación

nº personas	6
$Carga_{latente}$ [W/pers]	30
$C_{simultaneidad}$	0,7

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{lat, ocupación}$ [Wh]	3.906,00	3.906,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00
$Q_{lat, ocupación}$ [kcal]	3.359,16	3.359,16	0,00	0,00	0,00	0,00	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16

	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{lat, ocupación}$ [Wh]	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00
$Q_{lat, ocupación}$ [kcal]	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16

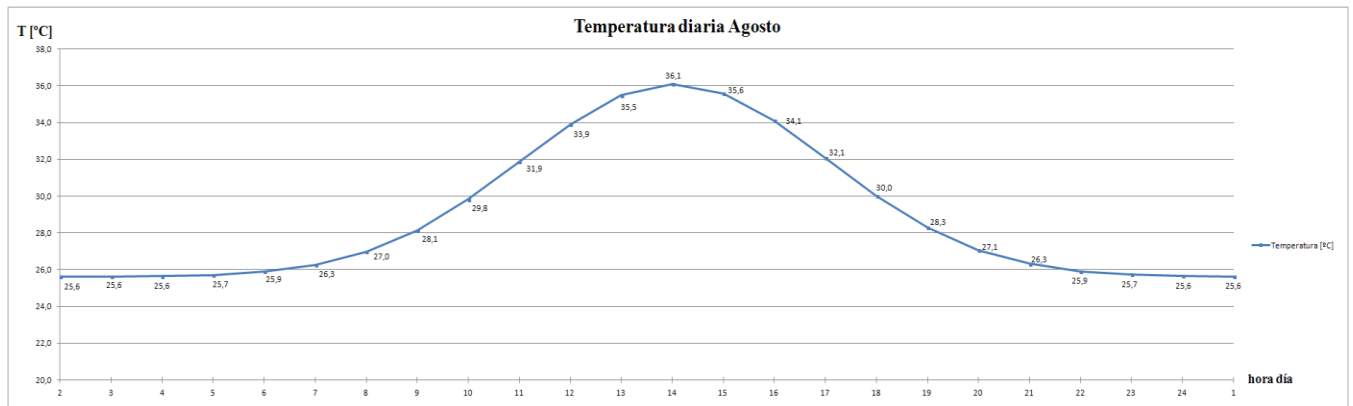
ENERGÍA TOTAL JULIO

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía _{calefac} [Wh]	446.742,24	535.144,46	287.454,69	375.313,77	445.044,74	480.606,22	810.238,06	749.210,56	649.530,52	564.712,87	495.522,93	434.544,10
Energía _{calefac} [kWh]	446,74	535,14	287,45	375,31	445,04	480,61	810,24	749,21	649,53	564,71	495,52	434,54
Ratio [Wh/m ²]	835,72	1.001,09	537,74	702,10	832,54	899,07	1.515,71	1.401,55	1.215,08	1.056,41	926,97	812,90

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía _{calefac} [Wh]	393.897,00	371.018,16	358.723,02	352.911,18	17.602,86	16.705,75	16.397,06	16.658,70	17.465,51	25.246,89	371.629,22	389.103,50
Energía _{calefac} [kWh]	393,90	371,02	358,72	352,91	17,60	16,71	16,40	16,66	17,47	25,25	371,63	389,10
Ratio [Wh/m ²]	736,86	694,06	671,06	660,19	32,93	31,25	30,67	31,16	32,67	47,23	695,21	727,89

Energía Total [kWh/mes]	8.621,42
-------------------------	----------

1.4.4 AGOSTO

**AGOSTO**

nº días 31

CARGAS POR TRANSMISIÓN**Cerramientos**

U [W/m²·°C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	27,0	28,1	29,8	31,9	33,9	35,5	36,1	35,6	34,1	32,1	30,0	28,3
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	22.115,89	35.244,04	54.009,73	76.876,82	99.856,29	117.360,37	124.332,55	118.596,55	101.949,14	79.254,77	56.158,87	36.873,51
Q _{transmisión} [kcal]	19.019,67	30.309,87	46.448,37	66.114,06	85.876,41	100.929,92	106.925,99	101.993,03	87.676,26	68.159,10	48.296,63	31.711,22

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	27,1	26,3	25,9	25,7	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,7	25,9	26,3
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	23.177,22	14.757,68	10.233,01	8.094,22	7.201,33	6.871,19	6.757,59	6.853,87	7.150,79	7.963,51	9.934,27	14.156,28
Q _{transmisión} [kcal]	19.932,41	12.691,61	8.800,38	6.961,03	6.193,14	5.909,22	5.811,53	5.894,33	6.149,68	6.848,62	8.543,47	12.174,40

Cubierta

U [W/m²·°C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	27,0	28,1	29,8	31,9	33,9	35,5	36,1	35,6	34,1	32,1	30,0	28,3
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	7.274,01	11.591,91	17.764,03	25.285,11	32.843,16	38.600,32	40.893,50	39.006,91	33.531,50	26.067,23	18.470,89	12.127,85
Q _{transmisión} [kcal]	6.255,65	9.969,04	15.277,07	21.745,20	28.245,12	33.196,28	35.168,41	33.545,94	28.837,09	22.417,82	15.884,97	10.429,95

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	27,1	26,3	25,9	25,7	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,7	25,9	26,3
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	7.623,09	4.853,86	3.365,68	2.662,22	2.368,55	2.259,96	2.222,60	2.254,27	2.351,92	2.619,23	3.267,42	4.656,06
Q _{transmisión} [kcal]	6.555,85	4.174,32	2.894,48	2.289,51	2.036,95	1.943,57	1.911,44	1.938,67	2.022,65	2.252,54	2.809,98	4.004,21

Vidrios

U [W/m²·°C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	27,0	28,1	29,8	31,9	33,9	35,5	36,1	35,6	34,1	32,1	30,0	28,3
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	12.011,84	19.142,15	29.334,39	41.754,23	54.235,11	63.742,12	67.528,94	64.413,53	55.371,80	43.045,77	30.501,66	20.027,17
Q _{transmisión} [kcal]	10.330,18	16.462,25	25.227,58	35.908,64	46.642,19	54.818,23	58.074,89	55.395,64	47.619,75	37.019,36	26.231,43	17.223,37

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	27,1	26,3	25,9	25,7	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,7	25,9	26,3
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	12.588,28	8.015,36	5.557,87	4.396,22	3.911,27	3.731,96	3.670,26	3.722,56	3.883,82	4.325,23	5.395,62	7.688,72
Q _{transmisión} [kcal]	10.825,92	6.893,21	4.779,77	3.780,75	3.363,69	3.209,49	3.156,42	3.201,40	3.340,08	3.719,70	4.640,23	6.612,30

Contacto con terreno

U [W/m²·°C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	27,0	28,1	29,8	31,9	33,9	35,5	36,1	35,6	34,1	32,1	30,0	28,3
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	12.796,70	20.392,91	31.251,12	44.482,48	57.778,86	67.907,07	71.941,32	68.622,36	58.989,83	45.858,41	32.494,66	21.335,76
Q _{transmisión} [kcal]	11.005,16	17.537,90	26.875,96	38.254,93	49.689,82	58.400,08	61.869,54	59.015,23	50.731,25	39.438,23	27.945,40	18.348,75

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	27,1	26,3	25,9	25,7	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,7	25,9	26,3
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	13.410,81	8.539,09	5.921,02	4.683,48	4.166,84	3.975,81	3.910,08	3.965,79	4.137,59	4.607,85	5.748,17	8.191,11
Q _{transmisión} [kcal]	11.533,30	7.343,62	5.092,08	4.027,79	3.583,48	3.419,20	3.362,67	3.410,58	3.558,33	3.962,75	4.943,43	7.044,35

CARGAS POR INFILTRACIÓN

$C_{p, \text{aire}}$ [kcal/kg °C]	0,24
ρ_{aire} [kg/m ³]	1,2
v [m ³ /h]	1603,68
C_{infiltr}	5%

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{exterior} [°C]	27,0	28,1	29,8	31,9	33,9	35,5	36,1	35,6	34,1	32,1	30,0	28,3
T_{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	1.413,46	2.252,50	3.451,85	4.913,32	6.381,98	7.500,69	7.946,30	7.579,70	6.515,74	5.065,30	3.589,21	2.356,65
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	1.643,56	2.619,19	4.013,78	5.713,17	7.420,91	8.721,74	9.239,88	8.813,61	7.576,44	5.889,89	4.173,50	2.740,29

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior min}}$ [°C]	27,1	26,3	25,9	25,7	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,7	25,9	26,3
T_{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	1.481,29	943,19	654,01	517,31	460,25	439,15	431,89	438,04	457,02	508,96	634,92	904,75
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	1.722,44	1.096,73	760,47	601,53	535,17	510,64	502,20	509,35	531,42	591,81	738,27	1.052,04

CARGAS POR RADIACIÓN SOLAR**Fachada Norte**

S_{vidrio} [m ²]	9,98
F_{solar}	0,71
C_1	0,20
C_2	0,50
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	205	339	445	511	529	499	422	308	170	40	20	0
Q_{solar} [W h]	4.052,72	6.701,82	8.797,37	10.102,15	10.458,00	9.864,92	8.342,68	6.088,97	3.360,79	790,78	395,39	0,00
Q_{solar} [kcal]	3.485,34	5.763,57	7.565,74	8.687,85	8.993,88	8.483,83	7.174,70	5.236,51	2.890,28	680,07	340,03	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	69
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	494,23	1.364,09
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	425,04	1.173,12

Fachada Sur

S_{vidrio} [m ²]	77,88
F_{solar}	0,71
C_1	0,65
C_2	0,50
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	205	339	445	511	529	499	422	308	170	40	20	0
Q_{solar} [W h]	102.784,05	169.969,72	223.116,59	256.208,04	265.232,98	250.191,41	211.584,72	154.426,76	85.235,55	20.055,42	10.027,71	0,00
Q_{solar} [kcal]	88.394,28	146.173,96	191.880,27	220.338,92	228.100,36	215.164,62	181.962,86	132.807,02	73.302,57	17.247,66	8.623,83	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	69
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12.534,64	34.595,61
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.779,79	29.752,22

Fachada Este

S_{vidrio} [m ²]	3,66
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,50
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	205	339	445	511	529	499	422	308	170	40	20	0
Q_{solar} [W h]	2.972,54	4.915,56	6.452,58	7.409,60	7.670,60	7.235,59	6.119,08	4.466,06	2.465,03	580,01	290,00	0,00
Q_{solar} [kcal]	2.556,38	4.227,38	5.549,22	6.372,25	6.596,72	6.222,61	5.262,41	3.840,81	2.119,93	498,81	249,40	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	69
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	362,50	1.000,51
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	311,75	860,44

Fachada Oeste

S_{vidrio} [m ²]	23,92
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,50
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	205	339	445	511	529	499	422	308	170	40	20	0
Q_{solar} [W h]	19.427,08	32.125,76	42.170,98	48.425,56	50.131,35	47.288,36	39.991,36	29.188,01	16.110,26	3.790,65	1.895,33	0,00
Q_{solar} [kcal]	16.707,29	27.628,15	36.267,05	41.645,98	43.112,96	40.667,99	34.392,57	25.101,69	13.854,83	3.259,96	1.629,98	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	69
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.369,16	6.538,87
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.037,47	5.623,43

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodom. [W]	12.020
$S_{habitable}$ [m ²]	534,56
$\rho_{potencia}$ [W/m ²]	22,49
$C_{simultaneidad}$	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{internas}$ [W h]	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00
$Q_{internas}$ [kcal]	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{internas}$ [W h]	186.310,00	186.310,00	186.310,00	186.310,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186.310,00	186.310,00
$Q_{internas}$ [kcal]	160.226,60	160.226,60	160.226,60	160.226,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160.226,60	160.226,60

CARGAS LATENTES

Cargas latentes por ocupación

nº personas	6
Carga _{latente} [W/pers]	30
$C_{simultaneidad}$	0,7

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{lat, cupación}$ [Wh]	3.906,00	3.906,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00
$Q_{lat, cupación}$ [kcal]	3.359,16	3.359,16	0,00	0,00	0,00	0,00	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16

	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{lat, cupación}$ [Wh]	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00	3.906,00
$Q_{lat, cupación}$ [kcal]	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16	3.359,16

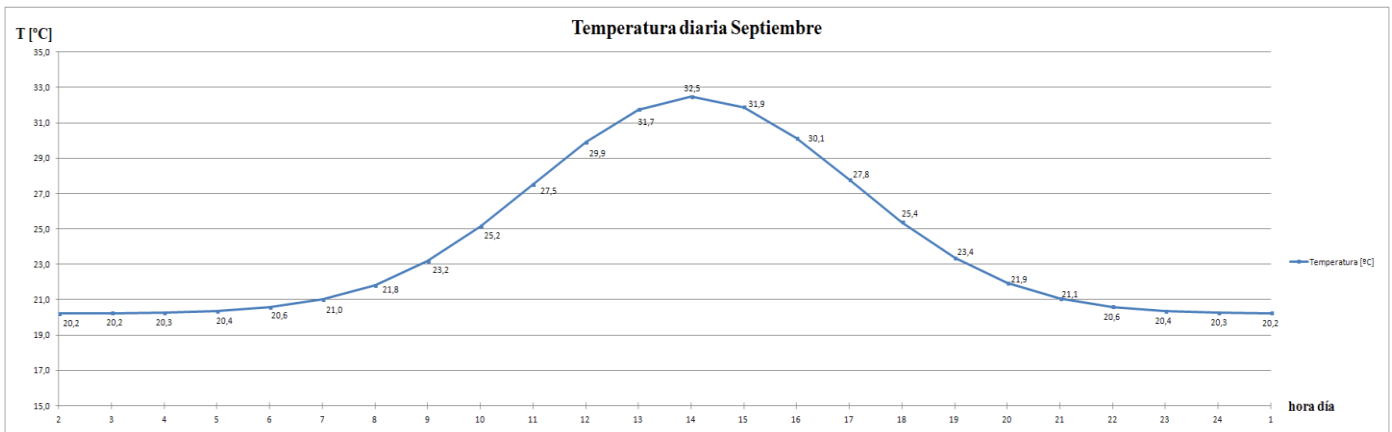
ENERGÍA TOTAL AGOSTO

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía _{calefac} [Wh]	525.772,43	643.397,09	416.910,59	516.257,15	585.627,26	610.911,92	920.668,06	834.316,79	705.284,38	566.026,95	495.102,04	433.798,61
Energía _{calefac} [kWh]	525,77	643,40	416,91	516,26	585,63	610,91	920,67	834,32	705,28	566,03	495,10	433,80
Ratio [Wh/m ²]	983,56	1.203,60	779,91	965,76	1.095,53	1.142,83	1.722,29	1.560,75	1.319,37	1.058,87	926,19	811,51

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía _{calefac} [Wh]	399.215,87	377.956,77	366.532,08	361.131,70	25.995,16	25.161,56	24.874,72	25.117,84	25.867,53	27.919,63	381.538,32	419.937,31
Energía _{calefac} [kWh]	399,22	377,96	366,53	361,13	26,00	25,16	24,87	25,12	25,87	27,92	381,54	419,94
Ratio [Wh/m ²]	746,81	707,04	685,67	675,57	48,63	47,07	46,53	46,99	48,39	52,23	713,74	785,58

Energía Total [kWh/mes]	9.715,32
-------------------------	----------

1.4.5 SEPTIEMBRE

**SEPTIEMBRE**

nº días 30

CARGAS POR TRANSMISIÓN**Cerramientos**

U [W/m² °C]	0,654	< 0,66 Cumple
S [m²]	552,83	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	21,8	23,2	25,2	27,5	29,9	31,7	32,5	31,9	30,1	27,8	25,4	23,4
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-34.378,37	-19.556,27	1.630,80	27.448,48	53.393,05	73.155,71	81.027,53	74.551,41	55.755,94	30.133,26	4.057,25	-17.716,54
Q _{transmisión} [kcal]	-29.565,40	-16.818,39	1.402,49	23.605,69	45.918,02	62.913,91	69.683,68	64.114,21	47.950,11	25.914,61	3.489,24	-15.236,23

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	21,9	21,1	20,6	20,4	20,3	20,2	20,2	20,2	20,3	20,4	20,6	21,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-33.180,09	-42.686,02	-47.794,53	-50.209,29	-51.217,39	-51.590,13	-51.718,39	-51.609,68	-51.274,46	-50.356,87	-48.131,81	-43.365,03
Q _{transmisión} [kcal]	-28.534,88	-36.709,98	-41.103,30	-43.179,99	-44.046,96	-44.367,51	-44.477,82	-44.384,33	-44.096,03	-43.306,91	-41.393,36	-37.293,93

Cubierta

U [W/m² °C]	0,368	< 0,38 Cumple
S [m²]	323,25	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	21,8	23,2	25,2	27,5	29,9	31,7	32,5	31,9	30,1	27,8	25,4	23,4
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-11.307,19	-6.432,14	536,38	9.027,92	17.561,20	24.061,22	26.650,30	24.520,27	18.338,37	9.910,96	1.334,45	-5.827,05
Q _{transmisión} [kcal]	-9.724,18	-5.531,64	461,29	7.764,01	15.102,63	20.692,65	22.919,26	21.087,43	15.770,99	8.523,42	1.147,63	-5.011,26

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	21,9	21,1	20,6	20,4	20,3	20,2	20,2	20,2	20,3	20,4	20,6	21,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-10.913,07	-14.039,61	-15.719,82	-16.514,05	-16.845,62	-16.968,21	-17.010,40	-16.974,64	-16.864,39	-16.562,59	-15.830,76	-14.262,94
Q _{transmisión} [kcal]	-9.385,24	-12.074,07	-13.519,05	-14.202,08	-14.487,23	-14.592,66	-14.628,94	-14.598,19	-14.503,37	-14.243,83	-13.614,45	-12.266,13

Vidrios

U [W/m² °C]	1,7	< 3,50 Cumple
S [m²]	115,44	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	21,8	23,2	25,2	27,5	29,9	31,7	32,5	31,9	30,1	27,8	25,4	23,4
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-18.671,98	-10.621,63	885,74	14.908,14	28.999,45	39.733,18	44.008,61	40.491,22	30.282,81	16.366,33	2.203,62	-9.622,41
Q _{transmisión} [kcal]	-16.057,90	-9.134,60	761,74	12.821,00	24.939,53	34.170,53	37.847,41	34.822,45	26.043,22	14.075,04	1.895,12	-8.275,28

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	21,9	21,1	20,6	20,4	20,3	20,2	20,2	20,2	20,3	20,4	20,6	21,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-18.021,16	-23.184,13	-25.958,72	-27.270,25	-27.817,78	-28.020,23	-28.089,89	-28.030,85	-27.848,78	-27.350,41	-26.141,91	-23.552,92
Q _{transmisión} [kcal]	-15.498,19	-19.938,35	-22.324,50	-23.452,42	-23.923,29	-24.097,40	-24.157,31	-24.106,53	-23.949,95	-23.521,35	-22.482,04	-20.255,51

Contacto con terreno

U [W/m² °C]	0,645	< 0,66 Cumple
S [m²]	324,06	

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T _{exterior} [°C]	21,8	23,2	25,2	27,5	29,9	31,7	32,5	31,9	30,1	27,8	25,4	23,4
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-19.892,02	-11.315,65	943,62	15.882,24	30.894,29	42.329,37	46.884,16	43.136,95	32.261,51	17.435,71	2.347,61	-10.251,15
Q _{transmisión} [kcal]	-17.107,14	-9.731,46	811,51	13.658,73	26.569,09	36.403,26	40.320,38	37.097,77	27.744,90	14.994,71	2.018,94	-8.815,99

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
T _{exterior} [°C]	21,9	21,1	20,6	20,4	20,3	20,2	20,2	20,2	20,3	20,4	20,6	21,0
T _{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Q _{transmisión} [W h]	-19.198,67	-24.698,99	-27.654,88	-29.052,11	-29.635,41	-29.851,09	-29.925,30	-29.862,40	-29.668,44	-29.137,50	-27.850,04	-25.091,88
Q _{transmisión} [kcal]	-16.510,86	-21.241,13	-23.783,20	-24.984,81	-25.486,46	-25.671,94	-25.735,76	-25.681,67	-25.514,85	-25.058,25	-23.951,03	-21.579,02

CARGAS POR INFILTRACIÓN

$C_{p, \text{aire}}$ [kcal/kg °C]	0,24
ρ_{aire} [kg/m ³]	1,2
v [m ³ /h]	1603,68
$C_{\text{infiltrar}}$	5%

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
T_{exterior} [°C]	21,8	23,2	25,2	27,5	29,9	31,7	32,5	31,9	30,1	27,8	25,4	23,4
T_{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	-2.197,18	-1.249,87	104,23	1.754,28	3.412,44	4.675,50	5.178,60	4.764,70	3.563,45	1.925,87	259,31	-1.132,29
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	-2.554,86	-1.453,34	121,19	2.039,86	3.967,95	5.436,63	6.021,63	5.540,35	4.143,55	2.239,38	301,52	-1.316,62

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$T_{\text{exterior min}}$ [°C]	21,9	21,1	20,6	20,4	20,3	20,2	20,2	20,2	20,3	20,4	20,6	21,0
T_{interior} [°C]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$Q_{\text{infiltración}}$ [kcal]	-2.120,59	-2.728,13	-3.054,63	-3.208,96	-3.273,39	-3.297,21	-3.305,41	-3.298,46	-3.277,04	-3.218,39	-3.076,18	-2.771,53
$Q_{\text{infiltración}}$ [W h]	-2.465,81	-3.172,25	-3.551,89	-3.731,35	-3.806,27	-3.833,97	-3.843,50	-3.835,42	-3.810,51	-3.742,31	-3.576,96	-3.222,71

CARGAS POR RADIACIÓN SOLAR**Fachada Norte**

S_{vidrio} [m ²]	9,98
F_{solar}	0,71
C_1	0,20
C_2	0,76
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	276	419	531	599	618	586	507	386	237	88	5	0
Q_{solar} [W h]	8.026,11	12.184,57	15.441,55	17.418,99	17.971,52	17.040,95	14.743,62	11.224,93	6.891,99	2.559,05	145,40	0,00
Q_{solar} [kcal]	6.902,46	10.478,73	13.279,73	14.980,33	15.455,50	14.655,22	12.679,52	9.653,44	5.927,11	2.200,78	125,04	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	123
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	348,96	3.576,86
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	300,11	3.076,10

Fachada Sur

S_{vidrio} [m ²]	77,88
F_{solar}	0,71
C_1	0,65
C_2	0,76
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	276	419	531	599	618	586	507	386	237	88	5	0
Q_{solar} [W h]	203.556,08	309.021,74	391.624,20	441.775,70	455.788,62	432.187,92	373.923,68	284.683,51	174.792,72	64.901,94	3.687,61	0,00
Q_{solar} [kcal]	175.058,23	265.758,69	336.796,82	379.927,10	391.978,22	371.681,61	321.574,36	244.827,82	150.321,74	55.815,67	3.171,34	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	123
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.850,26	90.715,21
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.611,23	78.015,08

Fachada Este

S_{vidrio} [m ²]	3,66
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,76
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	276	419	531	599	618	586	507	386	237	88	5	0
Q_{solar} [W h]	5.886,89	8.936,98	11.325,86	12.776,26	13.181,51	12.498,97	10.813,96	8.233,11	5.055,05	1.876,98	106,65	0,00
Q_{solar} [kcal]	5.062,72	7.685,80	9.740,24	10.987,58	11.336,10	10.749,12	9.300,01	7.080,48	4.347,34	1.614,20	91,72	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	123
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,95	2.623,50
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220,12	2.256,21

Fachada Oeste

S_{vidrio} [m ²]	23,92
F_{solar}	0,71
C_1	0,40
C_2	0,76
C_3	0,90

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
R_{med} [W/m ²]	276	419	531	599	618	586	507	386	237	88	5	0
Q_{solar} [W h]	38.473,88	58.407,81	74.020,39	83.499,47	86.148,03	81.687,29	70.674,84	53.807,67	33.037,35	12.267,03	696,99	0,00
Q_{solar} [kcal]	33.087,53	50.230,71	63.657,54	71.809,54	74.087,31	70.251,07	60.780,36	46.274,60	28.412,12	10.549,65	599,41	0,00

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
R_{med} [W/m ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	123
Q_{solar} [W h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.672,78	17.145,97
Q_{solar} [kcal]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.438,59	14.745,53

CARGAS INTERNAS

Pot. Electrodom. [W]	12.020
$S_{habitable}$ [m ²]	534,56
$P_{potencia}$ [W/m ²]	22,49
$C_{simultaneidad}$	0,50

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{internas}$ [W h]	180.300,00	180.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00
$Q_{internas}$ [kcal]	155.058,00	155.058,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00

	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{internas}$ [W h]	180.300,00	180.300,00	180.300,00	180.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180.300,00	180.300,00
$Q_{internas}$ [kcal]	155.058,00	155.058,00	155.058,00	155.058,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155.058,00	155.058,00

CARGAS LATENTES

Cargas latentes por ocupación

nº personas	6
$Carga_{latente}$ [W/pers]	30
$C_{simultaneidad}$	0,7

	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$Q_{lat, cupación}$ [Wh]	3.780,00	3.780,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00
$Q_{lat, cupación}$ [kcal]	3.250,80	3.250,80	0,00	0,00	0,00	0,00	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80

	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
$Q_{lat, cupación}$ [Wh]	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00	3.780,00
$Q_{lat, cupación}$ [kcal]	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80	3.250,80

ENERGÍA TOTAL SEPTIEMBRE

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Energía _{calefac} [Wh]	498.842,44	668.875,96	496.529,74	624.777,06	707.905,63	728.131,25	1.004.452,24	875.893,32	690.263,20	487.394,54	344.585,00	284.970,13
Energía _{calefac} [kWh]	498,84	668,88	496,53	624,78	707,91	728,13	1.004,45	875,89	690,26	487,39	344,59	284,97
Ratio [Wh/m ²]	933,18	1.251,26	928,86	1.168,77	1.324,28	1.362,11	1.879,03	1.638,53	1.291,27	911,77	644,61	533,09

	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Energía _{calefac} [Wh]	245.925,10	221.922,89	209.024,05	202.926,84	-121.762,47	-122.703,63	-123.027,48	-122.753,00	-121.906,57	-119.589,68	219.300,38	334.269,95
Energía _{calefac} [kWh]	245,93	221,92	209,02	202,93	-121,76	-122,70	-123,03	-122,75	-121,91	-119,59	219,30	334,27
Ratio [Wh/m ²]	460,05	415,15	391,02	379,61	-227,78	-229,54	-230,15	-229,63	-228,05	-223,72	410,24	625,32

Energía Total [kWh/mes] 8.114,25

1.5 Radiación solar media mensual

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: January

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	G _g	G _c	DNI	DNI _c	A	A _g	A _c
07:37	14	12	11	0	0	15	13	12
07:52	19	16	15	0	0	21	18	16
08:07	213	63	356	243	463	340	92	585
08:22	254	72	427	279	532	387	101	666
08:37	292	79	492	309	589	426	109	732
08:52	326	86	552	333	636	458	116	786
09:07	358	92	606	354	675	485	121	830
09:22	387	97	656	371	708	508	126	867
09:37	413	101	701	385	735	527	130	898
09:52	436	105	741	398	758	543	134	924
10:07	457	108	777	408	778	556	136	945
10:22	475	111	809	416	794	567	139	962
10:37	490	113	836	423	807	576	140	977
10:52	503	115	858	429	818	583	142	988
11:07	513	117	876	433	826	589	143	997
11:22	521	118	890	436	833	593	144	1000
11:37	526	118	899	439	837	595	144	1010
11:52	529	119	903	440	839	597	144	1010
12:07	529	119	903	440	839	597	144	1010
12:22	526	118	899	439	837	595	144	1010
12:37	521	118	890	436	833	593	144	1000
12:52	513	117	876	433	826	589	143	997
13:07	503	115	858	429	818	583	142	988
13:22	490	113	836	423	807	576	140	977
13:37	475	111	809	416	794	567	139	962
13:52	457	108	777	408	778	556	136	945
14:07	436	105	741	398	758	543	134	924
14:22	413	101	701	385	735	527	130	898
14:37	387	97	656	371	708	508	126	867
14:52	358	92	606	354	675	485	121	830
15:07	326	86	552	333	636	458	116	786
15:22	292	79	492	309	589	426	109	732
15:37	254	72	427	279	532	387	101	666
15:52	213	63	356	243	463	340	92	585
16:07	168	53	279	197	376	283	81	486
16:22	111	34	184	144	274	197	50	341
16:37	61	17	101	88	169	114	24	198

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.26 hours

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m²)

G_g: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m²)

G_c: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m²)

DNI: Direct normal irradiance (W/m²)

DNI_c: Clear-sky direct normal irradiance (W/m²)

A: Global irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)

A_g: Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)

A_c: Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: February

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	G _g	G _c	DNI	DNI _c	A	A _g	A _c
07:07	15	12	12	0	0	16	14	13
07:22	20	17	16	0	0	22	19	18
07:37	199	61	268	302	456	417	108	583
07:52	245	71	332	350	528	478	120	668
08:07	288	80	392	389	587	528	129	737
08:22	330	88	450	421	636	569	137	794
08:37	368	94	504	448	677	604	143	842
08:52	405	101	555	471	712	633	148	881
09:07	439	106	603	491	742	657	152	914
09:22	470	111	647	508	767	678	156	942
09:37	499	115	688	522	789	695	158	965
09:52	525	119	724	534	807	710	161	984
10:07	548	121	757	545	823	722	162	1000
10:22	568	124	786	553	836	732	163	1010
10:37	586	126	811	561	847	740	164	1020
10:52	600	127	832	567	855	746	165	1030
11:07	612	129	849	571	862	751	165	1040
11:22	621	130	862	574	867	755	166	1040
11:37	627	130	870	577	871	757	166	1050
11:52	630	130	874	578	872	758	166	1050
12:07	630	130	874	578	872	758	166	1050
12:22	627	130	870	577	871	757	166	1050
12:37	621	130	862	574	867	755	166	1040
12:52	612	129	849	571	862	751	165	1040
13:07	600	127	832	567	855	746	165	1030
13:22	586	126	811	561	847	740	164	1020
13:37	568	124	786	553	836	732	163	1010
13:52	548	121	757	545	823	722	162	1000
14:07	525	119	724	534	807	710	161	984
14:22	499	115	688	522	789	695	158	965
14:37	470	111	647	508	767	678	156	942
14:52	439	106	603	491	742	657	152	914
15:07	405	101	555	471	712	633	148	881
15:22	368	94	504	448	677	604	143	842
15:37	330	88	450	421	636	569	137	794
15:52	288	80	392	389	587	528	129	737
16:07	245	71	332	350	528	478	120	668
16:22	199	61	268	302	456	417	108	583
16:37	151	50	202	244	368	343	94	478
16:52	97	32	128	174	262	238	61	333
17:07	9	8	8	0	0	10	8	8

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.26 hours

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m²)

G_g: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m²)

G_c: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m²)

DNI: Direct normal irradiance (W/m²)

DNI_c: Clear-sky direct normal irradiance (W/m²)

A: Global irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)

A_g: Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)

A_c: Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: March

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	G _g	G _c	DNI	DNI _c	A	A _g	A _c
06:22	16	13	10	0	0	16	14	10
06:37	22	18	14	0	0	24	21	15
06:52	103	46	126	283	483	413	123	605
07:07	138	57	175	331	563	475	136	698
07:22	173	66	225	369	628	526	147	772
07:37	209	75	276	400	682	567	156	832
07:52	243	84	326	426	726	602	163	882
08:07	277	91	376	448	764	631	169	923
08:22	310	98	424	467	796	655	174	957
08:37	341	104	471	483	823	675	177	986
08:52	370	109	515	497	847	692	180	1010
09:07	398	113	557	509	867	706	183	1030
09:22	424	117	597	519	885	718	184	1050
09:37	447	120	633	528	900	728	185	1060
09:52	468	123	666	536	913	736	186	1070
10:07	487	125	696	542	924	742	187	1080
10:22	504	127	723	548	934	748	187	1090
10:37	518	129	745	553	941	752	187	1090
10:52	530	130	765	556	948	755	186	1100
11:07	540	131	780	559	953	757	186	1100
11:22	547	131	792	561	956	759	186	1110
11:37	552	132	800	563	959	760	186	1110
11:52	555	132	804	564	960	761	186	1110
12:07	555	132	804	564	960	761	186	1110
12:22	552	132	800	563	959	760	186	1110
12:37	547	131	792	561	956	759	186	1110
12:52	540	131	780	559	953	757	186	1100
13:07	530	130	765	556	948	755	186	1100
13:22	518	129	745	553	941	752	187	1090
13:37	504	127	723	548	934	748	187	1090
13:52	487	125	696	542	924	742	187	1080
14:07	468	123	666	536	913	736	186	1070
14:22	447	120	633	528	900	728	185	1060
14:37	424	117	597	519	885	718	184	1050
14:52	398	113	557	509	867	706	183	1030
15:07	370	109	515	497	847	692	180	1010
15:22	341	104	471	483	823	675	177	986
15:37	310	98	424	467	796	655	174	957
15:52	277	91	376	448	764	631	169	923
16:07	243	84	326	426	726	602	163	882
16:22	209	75	276	400	682	567	156	832
16:37	173	66	225	369	628	526	147	772
16:52	138	57	175	331	563	475	136	698
17:07	103	46	126	283	483	413	123	605
17:22	70	35	81	224	381	336	107	488
17:37	38	21	40	153	260	215	59	318
17:52	9	7	5	0	0	9	7	6

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.26 hours

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m²)

G_g: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m²)

G_c: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m²

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: April

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg
Orientation (azimuth) of plane: 0 deg

Time	G	G _d	G _c	DNI	DNI _c	A	A _d	A _c
05:52	20	16	14	0	0	22	18	15
06:07	27	22	18	0	0	30	26	21
06:22	33	27	22	0	0	411	126	587
06:37	39	32	26	0	0	470	141	671
06:52	70	49	59	356	587	519	153	741
07:07	98	58	96	386	637	561	163	799
07:22	127	66	136	412	679	596	171	848
07:37	157	74	177	434	716	626	178	889
07:52	186	81	219	453	748	652	184	924
08:07	215	88	261	470	776	673	188	954
08:22	244	94	302	485	800	691	192	978
08:37	271	99	342	498	822	707	194	999
08:52	297	103	381	510	841	720	196	1020
09:07	321	107	417	520	857	730	197	1030
09:22	344	110	452	528	872	739	198	1040
09:37	365	113	484	536	884	746	198	1050
09:52	384	116	513	543	895	752	198	1060
10:07	402	117	540	548	905	756	197	1070
10:22	417	119	563	553	913	760	197	1070
10:37	430	120	584	557	919	762	196	1080
10:52	441	121	601	561	925	764	195	1080
11:07	450	122	615	563	929	766	195	1080
11:22	456	122	625	565	932	767	194	1080
11:37	461	123	632	566	934	767	194	1090
11:52	463	123	636	567	935	768	194	1090
12:07	463	123	636	567	935	768	194	1090
12:22	461	123	632	566	934	767	194	1090
12:37	456	122	625	565	932	767	194	1080
12:52	450	122	615	563	929	766	195	1080
13:07	441	121	601	561	925	764	195	1080
13:22	430	120	584	557	919	762	196	1080
13:37	417	119	563	553	913	760	197	1070
13:52	402	117	540	548	905	756	197	1070
14:07	384	116	513	543	895	752	198	1060
14:22	365	113	484	536	884	746	198	1050
14:37	344	110	452	528	872	739	198	1040
14:52	321	107	417	520	857	730	197	1030
15:07	297	103	381	510	841	720	196	1020
15:22	271	99	342	498	822	707	194	999
15:37	244	94	302	485	800	691	192	978
15:52	215	88	261	470	776	673	188	954
16:07	186	81	219	453	748	652	184	924
16:22	157	74	177	434	716	626	178	889
16:37	127	66	136	412	679	596	171	848
16:52	98	58	96	386	637	561	163	799
17:07	70	49	59	356	587	519	153	741
17:22	39	32	26	0	0	470	141	671
17:37	33	27	22	0	0	411	126	587
17:52	27	22	18	0	0	340	109	484
18:07	20	16	14	0	0	246	80	351
18:22	13	11	9	0	0	13	11	9

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.26 hours

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m²)G_d: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m²)G_c: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m²)DNI: Direct normal irradiance (W/m²)DNI_c: Clear-sky direct normal irradiance (W/m²)A: Global irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)A_d: Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)A_c: Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: May

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg
Orientation (azimuth) of plane: 0 deg

Time	G	G _d	G _c	DNI	DNI _c	A	A _d	A _c
05:07	15	12	10	0	0	16	13	10
05:22	22	18	14	0	0	24	20	16
05:37	28	24	18	0	0	32	28	21
05:52	35	29	23	0	0	417	133	575
06:07	41	34	26	0	0	475	148	656
06:22	46	38	30	0	0	525	161	723
06:37	51	42	33	0	0	567	171	780
06:52	56	46	36	0	0	603	180	829
07:07	60	50	39	0	0	633	188	870
07:22	64	53	42	0	0	660	194	905
07:37	104	71	82	469	758	682	199	935
07:52	131	77	119	484	783	702	203	960
08:07	157	83	156	498	805	718	205	981
08:22	183	88	192	510	825	731	207	1000
08:37	208	93	228	521	842	742	208	1010
08:52	231	97	262	530	858	752	209	1030
09:07	254	100	295	539	871	759	209	1040
09:22	275	103	326	546	883	765	208	1050
09:37	294	106	355	553	894	770	207	1050
09:52	311	108	381	559	903	773	206	1060
10:07	327	110	405	563	911	776	205	1060
10:22	341	111	427	568	918	778	203	1070
10:37	353	112	445	571	923	780	202	1070
10:52	363	113	461	574	928	781	201	1070
11:07	371	113	473	576	932	781	200	1070
11:22	377	114	483	578	935	782	199	1070
11:37	381	114	489	579	936	782	199	1080
11:52	383	114	492	580	937	782	198	1080
12:07	383	114	492	580	937	782	198	1080
12:22	381	114	489	579	936	782	199	1080
12:37	377	114	483	578	935	782	199	1070
12:52	371	113	473	576	932	781	200	1070
13:07	363	113	461	574	928	781	201	1070
13:22	353	112	445	571	923	780	202	1070
13:37	341	111	427	568	918	778	203	1070
13:52	327	110	405	563	911	776	205	1060
14:07	311	108	381	559	903	773	206	1060
14:22	294	106	355	553	894	770	207	1050
14:37	275	103	326	546	883	765	208	1050
14:52	254	100	295	539	871	759	209	1040
15:07	231	97	262	530	858	752	209	1030
15:22	208	93	228	521	842	742	208	1010
15:37	183	88	192	510	825	731	207	1000
15:52	157	83	156	498	805	718	205	981
16:07	131	77	119	484	783	702	203	960
16:22	104	71	82	469	758	682	199	935
16:37	64	53	42	0	0	660	194	905
16:52	60	50	39	0	0	633	188	870
17:07	56	46	36	0	0	603	180	829
17:22	51	42	33	0	0	567	171	780
17:37	46	38	30	0	0	525	161	723
17:52	41	34	26	0	0	475	148	656
18:07	35	29	23	0	0	417	133	575
18:22	28	24	18	0	0	349	116	479
18:37	22	18	14	0	0	264	90	361
18:52	15	12	10	0	0	16	13	10
19:07	8	6	5	0	0	8	6	5

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.26 hours

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m²)G_d: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m²)G_c: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m²)DNI: Direct normal irradiance (W/m²)DNI_c: Clear-sky direct normal irradiance (W/m²)A: Global irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)A_d: Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)A_c: Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: June

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg
Orientation (azimuth) of plane: 0 deg

Time	G	G _d	G _c	DNI	DNI _c	A	A _d	A _c
04:52	12	10	11	0	0	13	11	11
05:07	18	15	16	0	0	20	17	17
05:22	24	20	20	0	0	357	103	404
05:37	29	24	25	0	0	439	121	496
05:52	34	28	30	0	0	509	136	576
06:07	39	32	34	0	0	570	150	645
06:22	43	36	38	0	0	623	160	705
06:37	47	39	41	0	0	669	169	757
06:52	51	42	44	0	0	709	177	802
07:07	55	45	47	0	0	744	182	840
07:22	58	48	50	0	0	773	187	874
07:37	60	50	52	0	0	799	190	902
07:52	63	52	54	0	0	821	192	927
08:07	116	64	109	631	753	840	193	948
08:22	145	68	142	647	772	855	194	966
08:37	173	72	174	661	789	869	193	981
08:52	200	76	206	674	804	879	192	993
09:07	226	80	236	685	818	889	191	1000
09:22	251	82	264	695	830	896	190	1010
09:37	273	85	290	704	840	902	188	1020
09:52	294	87	315	712	850	907	186	1020
10:07	313	88	337	719	858	910	184	1030
10:22	330	90	356	724	865	913	182	1030
10:37	344	91	373	729	870	915	180	1040
10:52	357	92	388	733	875	917	179	1040
11:07	366	92	399	736	879	918	178	1040
11:22	374	93	408	739	882	919	176	1040
11:37	379	93	414	740	883	919	176	1040

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: July

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg

Time	G	G _d	G _c	DNI	DNI _c	A	A _d	A _c
05:07	13	11	13	0	0	14	12	14
05:22	18	15	18	0	0	21	18	20
05:37	23	19	23	0	0	443	110	467
05:52	28	23	27	0	0	525	125	554
06:07	32	27	31	0	0	596	138	628
06:22	36	30	35	0	0	656	148	691
06:37	40	33	39	0	0	708	156	746
06:52	43	36	42	0	0	753	163	793
07:07	46	38	45	0	0	792	168	834
07:22	49	41	48	0	0	825	171	868
07:37	52	43	50	0	0	854	173	898
07:52	57	50	56	686	733	878	175	924
08:07	130	55	130	707	755	899	175	946
08:22	162	59	164	725	774	916	175	964
08:37	193	63	197	742	792	931	174	980
08:52	224	67	230	756	807	944	173	993
09:07	253	70	260	769	821	954	171	1000
09:22	280	72	289	781	833	962	169	1010
09:37	306	74	317	791	844	969	167	1020
09:52	330	76	342	799	853	975	165	1030
10:07	351	78	364	807	861	979	163	1030
10:22	370	79	384	814	868	982	161	1030
10:37	386	80	402	819	874	985	159	1040
10:52	400	81	416	824	879	987	158	1040
11:07	411	81	428	827	883	989	156	1040
11:22	420	82	437	830	886	990	155	1040
11:37	425	82	443	832	888	990	155	1040
11:52	428	82	446	832	889	991	154	1040
12:07	428	82	446	832	889	991	154	1040
12:22	425	82	443	832	888	990	155	1040
12:37	420	82	437	830	886	990	155	1040
12:52	411	81	428	827	883	989	156	1040
13:07	400	81	416	824	879	987	158	1040
13:22	386	80	402	819	874	985	159	1040
13:37	370	79	384	814	868	982	161	1030
13:52	351	78	364	807	861	979	163	1030
14:07	330	76	342	799	853	975	165	1030
14:22	306	74	317	791	844	969	167	1020
14:37	280	72	289	781	833	962	169	1010
14:52	253	70	260	769	821	954	171	1000
15:07	224	67	230	756	807	944	173	993
15:22	193	63	197	742	792	931	174	980
15:37	162	59	164	725	774	916	175	964
15:52	130	55	130	707	755	899	175	946
16:07	97	50	96	686	733	878	175	924
16:22	52	43	50	0	0	854	173	898
16:37	49	41	48	0	0	825	171	868
16:52	46	38	45	0	0	792	168	834
17:07	43	36	42	0	0	753	163	793
17:22	40	33	39	0	0	708	156	746
17:37	36	30	35	0	0	656	148	691
17:52	32	27	31	0	0	596	138	628
18:07	28	23	27	0	0	525	125	554
18:22	23	19	23	0	0	443	110	467
18:37	18	15	18	0	0	348	91	367
18:52	13	11	13	0	0	14	12	14
19:07	8	7	8	0	0	8	7	8

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.26 hours

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m²)G_d: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m²)G_c: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m²)DNI: Direct normal irradiance (W/m²)DNI_c: Clear-sky direct normal irradiance (W/m²)A: Global irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)A_d: Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)A_c: Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: August

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg

Time	G	G _d	G _c	DNI	DNI _c	A	A _d	A _c
05:37	14	12	15	0	0	15	13	16
05:52	20	16	20	0	0	23	20	23
06:07	25	21	26	0	0	418	107	441
06:22	30	25	31	0	0	501	125	528
06:37	35	29	36	0	0	573	139	604
06:52	40	33	40	0	0	635	151	669
07:07	69	45	70	514	542	688	160	725
07:22	101	52	104	552	581	734	168	773
07:37	135	59	140	585	616	774	174	814
07:52	170	65	176	614	647	808	178	850
08:07	205	71	213	640	674	837	181	880
08:22	240	76	250	663	698	862	183	906
08:37	274	81	286	683	720	884	184	928
08:52	308	85	321	701	739	901	185	946
09:07	339	89	354	717	756	916	185	962
09:22	369	92	385	731	770	929	184	975
09:37	397	95	414	744	783	940	183	986
09:52	422	97	441	754	795	948	181	995
10:07	445	99	465	764	805	955	180	1000
10:22	466	101	487	772	813	961	179	1010
10:37	484	102	506	779	820	965	177	1010
10:52	499	103	521	784	826	969	176	1020
11:07	511	104	534	788	831	971	175	1020
11:22	520	104	544	792	834	973	174	1020
11:37	526	104	550	794	836	974	173	1020
11:52	529	105	553	795	837	975	173	1020
12:07	529	105	553	795	837	975	173	1020
12:22	526	104	550	794	836	974	173	1020
12:37	520	104	544	792	834	973	174	1020
12:52	511	104	534	788	831	971	175	1020
13:07	499	103	521	784	826	969	176	1020
13:22	484	102	506	779	820	965	177	1010
13:37	466	101	487	772	813	961	179	1010
13:52	445	99	465	764	805	955	180	1000
14:07	422	97	441	754	795	948	181	995
14:22	397	95	414	744	783	940	183	986
14:37	369	92	385	731	770	929	184	975
14:52	339	89	354	717	756	916	185	962
15:07	308	85	321	701	739	901	185	946
15:22	274	81	286	683	720	884	184	928
15:37	240	76	250	663	698	862	183	906
15:52	205	71	213	640	674	837	181	880
16:07	170	65	176	614	647	808	178	850
16:22	135	59	140	585	616	774	174	814
16:37	101	52	104	552	581	734	168	773
16:52	69	45	70	514	542	688	160	725
17:07	40	33	40	0	0	635	151	669
17:22	35	29	36	0	0	573	139	604
17:37	30	25	31	0	0	501	125	528
17:52	25	21	26	0	0	418	107	441
18:07	20	16	20	0	0	322	87	339
18:22	14	12	15	0	0	207	55	219
18:37	8	7	8	0	0	9	7	9

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.26 hours

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m²)G_d: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m²)G_c: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m²)DNI: Direct normal irradiance (W/m²)DNI_c: Clear-sky direct normal irradiance (W/m²)A: Global irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)A_d: Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)A_c: Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane (W/m²)

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: September

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg

Time	G	G _d	G _c	DNI	DNI _c	A	A _d	A _c
06:07	12	10	11	0	0	12	10	12
06:22	32	21	32	199	232	282	79	322
06:37	57	30	60	275	321	381	100	435
06:52	88	40	95	340	397	465	117	532
07:07	123	49	134	396	461	537	131	613
07:22	160	58	176	443	516	597	143	682
07:37	198	66	219	483	563	648	152	740
07:52	237	74	263	518	604	692	160	789
08:07	276	81	307	548	639	729	166	830
08:22	314	87	350	575	670	761	171	866
08:37	350	93	392	598	697	788	174	896
08:52	386	98	433	619	721	811	176	921
09:07	419	103	471	636	742	830	178	943
09:22	451	106	507	652	760	846	179	961
09:37	480	110	540	665	776	860	179	976
09:52	507	112	571	677	790	871	179	989
10:07	531	115	599	687	802	880	179	999
10:22	552	117	623	696	812	888	178	1010
10:37	571	118	644	703	820	894	178	1010
10:52	586	119	662	709	827	899	177	1020
11:07	599	120	676	714	832	902	177	1020
11:22	608	121	687	717	836	905	176	1030
11:37	614	121	695	719	839	907	176	1030
11:52	618	122	698	720	840	908	176	1030
12:07	618	122	698	720	840	908	176	1030
12:22	614	121	695	719	839	907	176	1030
12:37	608	121	687	717	836	905	176	1030
12:52	599	120	676	714	832	902	177	1020
13:07	586	119	662	709	827	899	177	1020
13:22	571	118	644	703	820	894	178	1010
13:37	552	117	623	696	812	888	178	1010
13:52	531	115	599	687	802	880	179	999
14:07	507	112	571	677	790	871	179	989
14:22	480	110	540	665	776	860	179	976
14:37	451	106	507	652	760	846	179	961
14:52	419	103	471	636	742	830	178	943
15:07	386	98	433	619	721	811	176	921
15:22	350	93	392	598	697	788	174	896
15:37	314	87	350	575	670	761	171	866
15:52	276	81	307	548	639	729	166	830
16:07	237	74	263	518	604	692	160	789
16:22	198	66	219	483	563	648	152	740
16:37	160	58	176	443	516	597	143	682
16:52	123	49	134	396	461	537	131	613
17:07	88	40	95	340	397	465	117	532
17:22	57	30	60	275	321	381	100	435
17:37	32	21	32	199	232	282	79	322
17:52	12	10	11	0	0	158	38	181
18:07	5	4	5	0	0	5	4	5

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: October

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg.
Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	G _d	G _c	DNI	DNI _c	A	A _d	A _c
06:52	14	12	14	0	0	15	13	14
07:07	20	16	19	0	0	22	19	21
07:22	144	50	184	253	352	356	97	475
07:37	186	61	240	303	422	423	112	563
07:52	228	71	294	345	481	479	124	637
08:07	269	80	348	381	532	527	135	699
08:22	308	88	399	412	574	567	143	752
08:37	345	95	449	439	611	602	150	796
08:52	381	102	496	461	643	631	156	834
09:07	414	108	540	481	671	656	161	866
09:22	445	113	581	498	695	677	165	893
09:37	473	117	620	513	715	695	168	916
09:52	499	121	654	526	733	710	170	935
10:07	523	124	685	537	748	723	172	951
10:22	543	126	713	546	761	734	173	964
10:37	561	128	737	554	772	742	174	974
10:52	576	130	757	560	780	749	175	983
11:07	588	132	773	565	787	754	175	989
11:22	597	132	785	568	792	758	176	994
11:37	603	133	793	571	796	760	176	997
11:52	606	133	797	572	797	762	176	999
12:07	606	133	797	572	797	762	176	999
12:22	603	133	793	571	796	760	176	997
12:37	597	132	785	568	792	758	176	994
12:52	588	132	773	565	787	754	175	989
13:07	576	130	757	560	780	749	175	983
13:22	561	128	737	554	772	742	174	974
13:37	543	126	713	546	761	734	173	964
13:52	523	124	685	537	748	723	172	951
14:07	499	121	654	526	733	710	170	935
14:22	473	117	620	513	715	695	168	916
14:37	445	113	581	498	695	677	165	893
14:52	414	108	540	481	671	656	161	866
15:07	381	102	496	461	643	631	156	834
15:22	345	95	449	439	611	602	150	796
15:37	308	88	399	412	574	567	143	752
15:52	269	80	348	381	532	527	135	699
16:07	228	71	294	345	481	479	124	637
16:22	186	61	240	303	422	423	112	563
16:37	144	50	184	253	352	356	97	475
16:52	102	39	130	193	269	277	79	369
17:07	60	24	75	126	176	177	48	235
17:22	8	7	8	0	0	8	7	8

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.26 hours

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m^2)G_d: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m^2)G_c: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m^2)DNI: Direct normal irradiance (W/m^2)DNI_c: Clear-sky direct normal irradiance (W/m^2)A: Global irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)A_d: Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)A_c: Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: November

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg.
Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	G _d	G _c	DNI	DNI _c	A	A _d	A _c
07:22	11	9	11	0	0	12	10	11
07:37	16	14	16	0	0	18	15	17
07:52	21	17	20	0	0	24	21	23
08:07	223	64	314	266	400	369	96	530
08:22	268	74	378	307	461	422	107	605
08:37	310	83	438	341	512	467	117	668
08:52	349	90	494	370	555	504	125	721
09:07	385	97	546	394	592	536	131	765
09:22	418	103	593	415	623	564	137	803
09:37	449	108	637	433	650	586	141	834
09:52	476	112	676	448	672	606	145	861
10:07	500	116	711	461	692	622	148	883
10:22	522	119	741	472	708	636	151	901
10:37	540	122	768	480	721	647	153	916
10:52	555	124	790	488	732	656	154	928
11:07	568	126	807	493	741	663	155	937
11:22	577	127	821	498	747	668	156	944
11:37	583	128	830	500	751	671	157	948
11:52	586	128	834	502	753	673	157	950
12:07	586	128	834	502	753	673	157	950
12:22	583	128	830	500	751	671	157	948
12:37	577	127	821	498	747	668	156	944
12:52	568	126	807	493	741	663	155	937
13:07	555	124	790	488	732	656	154	928
13:22	540	122	768	480	721	647	153	916
13:37	522	119	741	472	708	636	151	901
13:52	500	116	711	461	692	622	148	883
14:07	476	112	676	448	672	606	145	861
14:22	449	108	637	433	650	586	141	834
14:37	418	103	593	415	623	564	137	803
14:52	385	97	546	394	592	536	131	765
15:07	349	90	494	370	555	504	125	721
15:22	310	83	438	341	512	467	117	668
15:37	268	74	378	307	461	422	107	605
15:52	223	64	314	266	400	369	96	530
16:07	175	54	246	218	327	306	83	439
16:22	124	40	173	161	242	229	64	328
16:37	70	21	96	101	152	136	32	194
16:52	6	5	5	0	0	6	5	5

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.26 hours

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m^2)G_d: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m^2)G_c: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m^2)DNI: Direct normal irradiance (W/m^2)DNI_c: Clear-sky direct normal irradiance (W/m^2)A: Global irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)A_d: Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)A_c: Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)

Average Daily Solar Irradiance

PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: December

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 90 deg.
Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	G _d	G _c	DNI	DNI _c	A	A _d	A _c
07:52	16	13	12	0	0	17	14	13
08:07	20	17	16	0	0	23	20	18
08:22	248	71	399	263	477	368	99	603
08:37	290	80	468	298	541	413	108	676
08:52	329	87	531	327	593	450	115	736
09:07	363	94	588	351	636	481	121	786
09:22	395	99	640	370	672	507	126	827
09:37	423	104	687	387	702	528	131	860
09:52	448	108	728	401	727	547	134	889
10:07	470	112	765	412	748	562	137	912
10:22	490	115	798	422	765	574	140	931
10:37	506	117	825	430	780	584	142	947
10:52	520	119	848	436	791	592	144	959
11:07	531	121	867	441	800	599	145	969
11:22	540	122	881	445	807	603	146	976
11:37	545	123	890	447	811	606	146	980
11:52	548	123	894	448	813	608	146	983
12:07	548	123	894	448	813	608	146	983
12:22	545	123	890	447	811	606	146	980
12:37	540	122	881	445	807	603	146	976
12:52	531	121	867	441	800	599	145	969
13:07	520	119	848	436	791	592	144	959
13:22	506	117	825	430	780	584	142	947
13:37	490	115	798	422	765	574	140	931
13:52	470	112	765	412	748	562	137	912
14:07	448	108	728	401	727	547	134	889
14:22	423	104	687	387	702	528	131	860
14:37	395	99	640	370	672	507	126	827
14:52	363	94	588	351	636	481	121	786
15:07	329	87	531	327	593	450	115	736
15:22	290	80	468	298	541	413	108	676
15:37	248	71	399	263	477	368	99	603
15:52	202	61	322	220	399	313	88	512
16:07	144	43	230	168	305	234	63	384
16:22	87	24	138	113	205	148	33	245

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.26 hours

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m^2)G_d: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m^2)G_c: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m^2)DNI: Direct normal irradiance (W/m^2)DNI_c: Clear-sky direct normal irradiance (W/m^2)A: Global irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)A_d: Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)A_c: Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane (W/m^2)

2 Anexo B: Cálculo de pérdidas de carga en tuberías

2.1 Cálculo de pérdidas de carga por circuitos principales

LADO DE GEOTERMIA

N INTERCAMBIADORES	6,00
Q [m³/h]	7,34
Q [L/s]	2,04
Q [m³/h por intercambiador]	1,22
Q [L/s por intercambiador]	0,34
Q [m³/h por tubería pozo]	0,61
Q [L/s por tubería pozo]	0,17

perdidas de carga secundarias = 15%

APARATO	Q unit [L/s]	k	Q inst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	D exterior comercial [mm]	espesor pared [mm]	D interior comercial [mm]	material tubería	Rugosidad absoluta tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda] +J2 [mcda]
Intercambiador	0,17	1,00	0,17	0,05783	20,30	32,00	2,90	26,20	PE	1,5000E-06	0,000057	0,32	1.254,86	0,05783	0,01117	200,00	2,23	2,57
Red horizontal	0,34	1,00	0,34	0,04935	25,95	40,00	3,70	32,60	PE	1,5000E-06	0,000046	0,41	2.017,01	0,04935	0,01279	50,00	0,64	0,74
Colector+Valvulería																		2,00
Colector+Valvulería																		2,00
Tubería Bomb. Circ.	2,04	1,00	2,04	0,03281	48,97	63,00	6,90	49,20	PE	1,5000E-06	0,000030	1,07	8.018,86	0,03281	0,03909	10,00	0,39	0,45
BOMBA CALOR																	2,00	2,30
Total	2,04																	10,05

Dimensionado bomba circulación

	Qunit [L/s]	Qunit [m³/h]
TOTAL	2,04	7,34

J [mcda] +J2 [mcda]
TOTAL 10,05

CIRCUITO SECUNDARIO

perdidas de carga secundarias = 15%

APARATO	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda] +J2 [mcda]
BOMBA CALOR																	2,10	2,42
Aguja hidráulica																		1,00
Tubería Bomb. Circ.	2,66	1,00	2,66	0,03093	53,80	63,00	5,80	51,40	PE	1,5000E-06	0,000029	1,28	9.998,20	0,03093	0,05024	20,00	1,00	1,16
Total	2,66																	4,57

Dimensionado bomba circulación

	Qunit [L/s]	Qunit [m³/h]
TOTAL	2,66	9,56

J [mcda] +J2 [mcda]
TOTAL 4,57

CIRCUITO SUELO RADIANTE

APARATO	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda] +J2 [mcda]
CEFG8DA	1,09	1,00	1,09	0,04	39,02	50,00	4,60	40,80	PE	0,00	0,00	0,83	5.153,41	0,04	0,03	30,00	0,96	1,10
C07																	1,48	2,70
Total	1,09																	3,81

Dimensionado bomba circulación

	Qunit [L/s]	Qunit [m³/h]
TOTAL	1,09	3,91

J [mcda] +J2 [mcda]
TOTAL 3,81

CIRCUITO ACS

APARATO	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda] +J2 [mcda]
Intercambiador ACS BC	0,19																	0,087
Tubería Bomb circ	0,19	1,00	0,19	0,05281	21,04	32,00	2,90	26,20	PE	1,5000E-06	0,000057	0,36	1.436,08	0,05573	0,01410	15,00	0,21	0,24
Serpentín +Valvulería	0,19																	2,00
Total	0,19																	2,33

Dimensionado bomba circulación

	Qunit [L/s]	Qunit [m³/h]
TOTAL	0,19	0,70

J [mcda] +J2 [mcda]
TOTAL 2,33

2.2 Cálculo de pérdidas de cargas por suelo radiante

COLECTORES Y CIRCUITOS SUELO RADIANTE VERANO

	ΔT [°C]		3,00					
	[W/m2]		30,20					
C07	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	85,22	6,12	3,00	30,20	25,97	158,95	52,98	
	86,57	6,79	3,00	30,20	25,97	176,35	58,78	
	67,43	5,70	3,00	30,20	25,97	148,04	49,35	
	71,27	6,13	3,00	30,20	25,97	159,21	53,07	
	66,42	5,11	3,00	30,20	25,97	132,72	44,24	
Total	376,91	29,85	3,00	30,20	25,97	775,26	258,42	
C06	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	86,46	7,11	3,00	30,20	25,97	184,66	61,55	
	91,54	7,49	3,00	30,20	25,97	194,53	64,84	
	96,93	8,98	3,00	30,20	25,97	233,23	77,74	
	92,92	7,93	3,00	30,20	25,97	205,96	68,65	
	65,51	6,58	3,00	30,20	25,97	170,90	56,97	
	66,36	6,50	3,00	30,20	25,97	168,82	56,27	
	68,02	4,35	3,00	30,20	25,97	112,98	37,66	
	63,11	4,23	3,00	30,20	25,97	109,86	36,62	
	Total	630,85	53,17	3,00	30,20	25,97	1.380,93	460,31
	C05	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]
60,47		5,84	3,00	30,20	25,97	151,68	50,56	
62,57		6,10	3,00	30,20	25,97	158,43	52,81	
59,46		5,64	3,00	30,20	25,97	146,48	48,83	
63,62		6,20	3,00	30,20	25,97	161,03	53,68	
76,48		7,56	3,00	30,20	25,97	196,35	65,45	
86,57		8,67	3,00	30,20	25,97	225,18	75,06	
62,32		6,21	3,00	30,20	25,97	161,29	53,76	
65,52		6,08	3,00	30,20	25,97	157,91	52,64	
69,27		6,45	3,00	30,20	25,97	167,52	55,84	
65,83		5,46	3,00	30,20	25,97	141,81	47,27	
69,78		6,37	3,00	30,20	25,97	165,44	55,15	
Total		741,89	70,58	3,00	30,20	25,97	1.833,10	611,03
C04	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	59,68	4,41	3,00	30,20	25,97	114,54	38,18	
	67,54	5,07	3,00	30,20	25,97	131,68	43,89	
	67,58	6,62	3,00	30,20	25,97	171,93	57,31	
	77,58	7,44	3,00	30,20	25,97	193,23	64,41	
	94,27	9,71	3,00	30,20	25,97	252,19	84,06	
	36,97	2,65	3,00	30,20	25,97	68,83	22,94	
	68,06	5,99	3,00	30,20	25,97	155,57	51,86	
	70,15	5,98	3,00	30,20	25,97	155,31	51,77	
	72,51	6,08	3,00	30,20	25,97	157,91	52,64	
	72,51	5,33	3,00	30,20	25,97	138,43	46,14	
	Total	686,85	59,28	3,00	30,20	25,97	1.539,62	513,21
C03	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	72,90	7,70	3,00	30,20	25,97	199,98	66,66	
	71,64	7,44	3,00	30,20	25,97	193,23	64,41	
	78,27	8,01	3,00	30,20	25,97	208,04	69,35	
Total	222,81	23,15	3,00	30,20	25,97	601,25	200,42	
C02	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	77,05	7,57	3,00	30,20	25,97	196,61	65,54	
	80,66	7,84	3,00	30,20	25,97	203,62	67,87	
	81,75	7,62	3,00	30,20	25,97	197,91	65,97	
	89,30	8,22	3,00	30,20	25,97	213,49	71,16	
	74,76	7,10	3,00	30,20	25,97	184,40	61,47	
	78,95	7,24	3,00	30,20	25,97	188,04	62,68	
	86,30	8,01	3,00	30,20	25,97	208,04	69,35	
	77,45	7,57	3,00	30,20	25,97	196,61	65,54	
	86,77	6,91	3,00	30,20	25,97	179,47	59,82	
	85,54	6,93	3,00	30,20	25,97	179,99	60,00	
	84,93	7,33	3,00	30,20	25,97	190,37	63,46	
	Total	903,46	82,34	3,00	30,20	25,97	2.138,53	712,84
C01	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	52,11	4,82	3,00	30,20	25,97	125,19	41,73	
	54,24	4,76	3,00	30,20	25,97	123,63	41,21	
	86,83	8,62	3,00	30,20	25,97	223,88	74,63	
	89,08	8,77	3,00	30,20	25,97	227,77	75,92	
	90,13	8,72	3,00	30,20	25,97	226,48	75,49	
	66,82	6,39	3,00	30,20	25,97	165,96	55,32	
	66,66	5,99	3,00	30,20	25,97	155,57	51,86	
	76,18	7,62	3,00	30,20	25,97	197,91	65,97	
	Total	582,05	55,69	3,00	30,20	25,97	1.446,38	482,13

COLECTORES Y CIRCUITOS SUELO RADIANTE INVIERNO

	ΔT [°C]		5,00					
	[W/m2]		60,80					
C07	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	85,22	6,12	5,00	60,80	52,29	320,00	64,00	
	86,57	6,79	5,00	60,80	52,29	355,04	71,01	
	67,43	5,70	5,00	60,80	52,29	298,04	59,61	
	71,27	6,13	5,00	60,80	52,29	320,53	64,11	
	66,42	5,11	5,00	60,80	52,29	267,19	53,44	
	Total	376,91	29,85	5,00	60,80	52,29	1.560,80	312,16
C06	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	86,46	7,11	5,00	60,80	52,29	371,77	74,35	
	91,54	7,49	5,00	60,80	52,29	391,64	78,33	
	96,93	8,98	5,00	60,80	52,29	469,55	93,91	
	92,92	7,93	5,00	60,80	52,29	414,64	82,93	
	65,51	6,58	5,00	60,80	52,29	344,06	68,81	
	66,36	6,50	5,00	60,80	52,29	339,87	67,97	
	68,02	4,35	5,00	60,80	52,29	227,45	45,49	
	63,11	4,23	5,00	60,80	52,29	221,18	44,24	
	Total	630,85	53,17	5,00	60,80	52,29	2.780,15	556,03
	C05	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]
60,47		5,84	5,00	60,80	52,29	305,36	61,07	
62,57		6,10	5,00	60,80	52,29	318,96	63,79	
59,46		5,64	5,00	60,80	52,29	294,90	58,98	
63,62		6,20	5,00	60,80	52,29	324,19	64,84	
76,48		7,56	5,00	60,80	52,29	395,30	79,06	
86,57		8,67	5,00	60,80	52,29	453,34	90,67	
62,32		6,21	5,00	60,80	52,29	324,71	64,94	
65,52		6,08	5,00	60,80	52,29	317,91	63,58	
69,27		6,45	5,00	60,80	52,29	337,26	67,45	
65,83		5,46	5,00	60,80	52,29	285,49	57,10	
69,78		6,37	5,00	60,80	52,29	333,07	66,61	
Total		741,89	70,58	5,00	60,80	52,29	3.690,49	738,10
C04	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	59,68	4,41	5,00	60,80	52,29	230,59	46,12	
	67,54	5,07	5,00	60,80	52,29	265,10	53,02	
	67,58	6,62	5,00	60,80	52,29	346,15	69,23	
	77,58	7,44	5,00	60,80	52,29	389,02	77,80	
	94,27	9,71	5,00	60,80	52,29	507,72	101,54	
	36,97	2,65	5,00	60,80	52,29	138,56	27,71	
	68,06	5,99	5,00	60,80	52,29	313,21	62,64	
	70,15	5,98	5,00	60,80	52,29	312,68	62,54	
	72,51	6,08	5,00	60,80	52,29	317,91	63,58	
	72,51	5,33	5,00	60,80	52,29	278,70	55,74	
	Total	686,85	59,28	5,00	60,80	52,29	3.099,63	619,93
C03	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	72,90	7,70	5,00	60,80	52,29	402,62	80,52	
	71,64	7,44	5,00	60,80	52,29	389,02	77,80	
	78,27	8,01	5,00	60,80	52,29	418,83	83,77	
Total	222,81	23,15	5,00	60,80	52,29	1.210,47	242,09	
C02	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	77,05	7,57	5,00	60,80	52,29	395,82	79,16	
	80,66	7,84	5,00	60,80	52,29	409,94	81,99	
	81,75	7,62	5,00	60,80	52,29	398,43	79,69	
	89,30	8,22	5,00	60,80	52,29	429,81	85,96	
	74,76	7,10	5,00	60,80	52,29	371,24	74,25	
	78,95	7,24	5,00	60,80	52,29	378,57	75,71	
	86,30	8,01	5,00	60,80	52,29	418,83	83,77	
	77,45	7,57	5,00	60,80	52,29	395,82	79,16	
	86,77	6,91	5,00	60,80	52,29	361,31	72,26	
	85,54	6,93	5,00	60,80	52,29	362,36	72,47	
	84,93	7,33	5,00	60,80	52,29	383,27	76,65	
	Total	903,46	82,34	5,00	60,80	52,29	4.305,39	861,08
C01	L [m]	S [m²]	ΔT [°C]	[W/m²]	[kcal/h m²]	[kcal/h]	[L/h]	
	52,11	4,82	5,00	60,80	52,29	252,03	50,41	
	54,24	4,76	5,00	60,80	52,29	248,89	49,78	
	86,83	8,62	5,00	60,80	52,29	450,72	90,14	
	89,08	8,77	5,00	60,80	52,29	458,57	91,71	
	90,13	8,72	5,00	60,80	52,29	455,95	91,19	
	66,82	6,39	5,00	60,80	52,29	334,12	66,82	
	66,66	5,99	5,00	60,80	52,29	313,21	62,64	
	76,18	7,62	5,00	60,80	52,29	398,43	79,69	
Total	582,05	55,69	5,00	60,80	52,29	2.911,92	582,38	

L [m]	S [m ²]	ΔT [°C]	[W/m ²]	[kcal/h m ²]	[kcal/h]	[L/h]	[L/s]
376,91	29,85	3,00	30,20	25,97	775,26	258,42	0,07
630,85	53,17	3,00	30,20	25,97	1.380,93	460,31	0,13
741,89	70,58	3,00	30,20	25,97	1.833,10	611,03	0,17
686,85	59,28	3,00	30,20	25,97	1.539,62	513,21	0,14
222,81	23,15	3,00	30,20	25,97	601,25	200,42	0,06
903,46	82,34	3,00	30,20	25,97	2.138,53	712,84	0,20
582,05	55,69	3,00	30,20	25,97	1.446,38	482,13	0,13

	L [m]	S [m ²]	ΔT [°C]	[W/m ²]	[kcal/h m ²]	[kcal/h]	[L/h]	[L/s]
C07	86,57	6,79	3,00	30,20	35,12	238,44	79,48	0,022
C06	96,93	8,98	3,00	30,20	35,12	315,34	105,11	0,029
C05	86,57	8,67	3,00	30,20	35,12	304,46	101,49	0,028
C04	94,27	9,71	3,00	30,20	35,12	340,98	113,66	0,032
C03	78,27	8,01	3,00	30,20	35,12	281,28	93,76	0,026
C02	89,30	8,22	3,00	30,20	35,12	288,66	96,22	0,027
C01	89,08	8,77	3,00	30,20	35,12	307,97	102,66	0,029

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

[illegible]

C06+C04

Perdidas de carga secundarias = 15%

APARATO	N	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda]+J2 [mcda]
Conexionado	BD	0,33	1,00	0,33	0,04662	25,26	32,00	2,90	26,20	PE	1,5000E-06	0,000057	0,61	2.412,53	0,04662	0,03329	24,00	0,80	0,92
Total																		0,80	0,92

C05+C03

Perdidas de carga secundarias = 15%

APARATO	N	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda]+J2 [mcda]
Conexionado	CE	0,27	1,00	0,27	0,04941	23,76	32,00	2,90	26,20	PE	1,5000E-06	0,000057	0,51	2.010,90	0,04941	0,02451	6,00	0,15	0,17
Total																		0,15	0,17

C05+C03+C02

Perdidas de carga secundarias = 15%

APARATO	N	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda]+J2 [mcda]
Conexionado	CEF	0,51	1,00	0,51	0,04340	29,79	40,00	3,70	32,60	PE	1,5000E-06	0,000046	0,61	3.035,86	0,04340	0,02548	12,00	0,31	0,35
Total																		0,31	0,35

C05+C03+C02+C01

Perdidas de carga secundarias = 15%

APARATO	N	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda]+J2 [mcda]
Conexionado	CEFG	0,67	1,00	0,67	0,03996	32,70	40,00	3,70	32,60	PE	1,5000E-06	0,000046	0,81	3.996,08	0,03997	0,04065	8,00	0,33	0,37
Total																		0,33	0,37

C05+C03+C02+C01+C06+C04

Perdidas de carga secundarias = 15%

APARATO	N	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda]+J2 [mcda]
Conexionado	CEFGBD	1,00	1,00	1,00	0,03801	37,93	50,00	4,60	40,80	PE	1,5000E-06	0,000037	0,76	4.742,17	0,03801	0,02777	6,00	0,17	0,19
Total																		0,17	0,19

C05+C03+C02+C01+C06+C04+C07

Perdidas de carga secundarias = 15%

APARATO	N	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda]+J2 [mcda]
Conexionado	CEFGBDA	1,09	1,00	1,09	0,03711	39,02	50,00	4,60	40,80	PE	1,5000E-06	0,000037	0,83	5.153,41	0,03711	0,03202	30,00	0,96	1,10
Total																		0,96	1,10

APARATO	N	Qunit [L/s]	k	Qinst [L/s]	f de cálculo	D teórico [mm]	Dext comercial [mm]	e pared [mm]	Dint comercial [mm]	material tubería	Rugosidad abs tubería	ε relativa	V [m/s]	Re	f calculado	j [mdca/m]	L tubería [m]	J [mcda]	J [mcda]+J2 [mcda]
Total	CEFGBDA																	0,96	1,10
Total	C07																	1,48	2,70
Total		1,09																2,44	3,81

TOTAL Qunit [m3/h]
3,91

3 Anexo C: Catálogo de componentes de la instalación

3.1 Bomba de calor geotérmica



TCHEY-THHEY 245÷2185

Datos técnicos

Cuadro "B": Datos técnicos

Modelo THHEY	245	250	260	270	275	290
Potencial térmico nominal (°)	kW 50,0	58,84	67,59	75,41	83,66	101,76
Potencia frigorífica nominal (°)	kW 41,4	48,7	55,4	63,2	69,4	82,3
Potencia frigorífica nominal (°)	kW 58,0	68,0	77,8	88,1	97,2	114,9
E.E.R. (°)	4,38	4,46	4,43	4,38	4,38	4,38
E.E.R. (°)	5,87	5,96	5,88	5,86	5,76	5,73
E.S.E.E.R.	5,73	5,79	5,82	5,82	5,71	5,70
E.S.E.E.R.+	6,47	6,55	6,60	6,37	6,39	6,38
C.O.P. (°)	4,16	4,29	4,32	4,33	4,28	4,35
Potencial térmico (°)	kW 53,4	62,7	71,6	79,9	89	107,3
C.O.P. (°)	5,66	5,76	5,69	5,70	5,74	5,67
Potencial térmico (geotermia) (°) LT	kW 39,5	46,2	52,7	59,3	65,9	79,5
Potencial frigorífico (°) LT	kW 30,0	35,5	40,3	46,6	51,0	60,7
C.O.P. (geotermia) (°)	4,29	4,44	4,36	4,36	4,42	4,39
Caudal nominal del condensador (°)	l/h 8800	10120	11625	12970	14389	17503
Pérdidas de carga nominales condensador (°) LT	kPa 25	34	36	32	38	61
Pérdidas de carga nominales evaporador (°) HT	kPa 17	23	24	22	27	31
Presión nominal útil bomba en el condensador (°) (P1-DP1) LT	kPa 88	75	89	69	52	45
Presión nominal útil bomba en el condensador (°) (P1-DP1) HT	kPa 97	86	59	78	63	74
Presión nominal útil bomba en el condensador (°) (P2-DP2) LT	kPa 187	158	134	148	122	143
Presión nominal útil bomba en el condensador (°) (P2-DP2) HT	kPa 195	170	146	157	133	173
Caudal nominal evaporador (°)	l/h 8925	10599	12017	13783	15247	18106
Pérdidas de carga nominales evaporador (°) LT	kPa 28	38	39	35	43	56
Pérdidas de carga nominales evaporador (°) HT	kPa 17	23	24	22	27	30
Caudal nominal evaporador (°)	l/h 7121	8376	9529	10870	11937	14156
Pérdidas de carga nominales evaporador (°) LT	kPa 19	24	25	22	27	35
Pérdidas de carga nominales evaporador (°) HT	kPa 11	15	15	14	17	19
Presión nominal útil bomba en el evaporador (°) (P1-DP1) LT	kPa 112	106	129	92	81	85
Presión nominal útil bomba en el evaporador (°) (P1-DP1) HT	kPa 120	116	89	100	91	101
Presión nominal útil bomba en el evaporador (°) (P2-DP2) LT	kPa 211	192	177	184	167	184
Presión nominal útil bomba en el evaporador (°) (P2-DP2) HT	kPa 218	202	187	192	177	200
Caudal nominal del condensador (°)	l/h 8697	10200	11613	13278	14578	17289
Pérdidas de carga nominales condensador (°) LT	kPa 24	31	32	29	35	52
Pérdidas de carga nominales condensador (°) HT	kPa 14	19	20	19	23	26
Caudal nominal evaporador (°)	l/h 9976	11696	13382	15153	16718	19763
Pérdidas de carga nominales evaporador (°) LT	kPa 34	44	46	41	49	64
Pérdidas de carga nominales evaporador (°) HT	kPa 21	27	28	26	31	34
Presión nominal útil bomba en el evaporador (°) (P1-DP1) LT	kPa 64	45	54	45	24	32
Presión nominal útil bomba en el evaporador (°) (P1-DP1) HT	kPa 77	62	37	60	41	61
Presión nominal útil bomba en el evaporador (°) (P2-DP2) LT	kPa 162	126	96	111	79	130
Presión nominal útil bomba en el evaporador (°) (P2-DP2) HT	kPa 175	144	114	126	97	159
Potencia eliminada en el condensador (°)	kW 67,5	79,1	90,6	102,6	113,6	134,4
Caudal nominal del condensador (°)	l/h 11628	13598	15584	17658	19538	23116
Pérdidas de carga nominales condensador (°) LT	kPa 39	51	54	48	58	85
Pérdidas de carga nominales condensador (°) HT	kPa 24	32	34	31	38	43
Presión nominal útil a la máxima velocidad de la bomba en el condensador (°) (PS1-DPS1) LT	kPa 125	76	109	130	85	72
Presión nominal útil a la máxima velocidad de la bomba en el condensador (°) (PS1-DPS1) HT	kPa 100	103	137	153	113	127
Caudal nominal del condensador (°)	l/h 9185	10784	12315	13743	15308	18456
Pérdidas de carga nominales condensador (°) LT	kPa 28	38	39	34	42	66
Pérdidas de carga nominales condensador (°) HT	kPa 19	25	26	25	30	34
Presión nominal útil bomba en el condensador (°) (P1-DP1) LT	kPa 79	64	77	62	42	36
Presión nominal útil bomba en el condensador (°) (P1-DP1) HT	kPa 89	76	50	71	54	68
Presión nominal útil bomba en el condensador (°) (P2-DP2) LT	kPa 178	146	121	136	107	134
Presión nominal útil bomba en el condensador (°) (P2-DP2) HT	kPa 187	159	134	146	119	166
Caudal nominal evaporador (°)	l/h 11825	13975	15883	18167	19968	23650
Pérdidas de carga nominales evaporador (°) LT	kPa 47	62	65	57	69	90
Pérdidas de carga nominales evaporador (°) HT	kPa 29	38	39	37	45	49
Caudal nominal del condensador (°)	l/h 6794	7946	9064	10199	11335	13674
Pérdidas de carga nominales condensador (°) LT	kPa 17	22	23	20	25	39
Pérdidas de carga nominales condensador (°) HT	kPa 11	15	15	14	18	20
Caudal nominal evaporador (°) LT	l/h 9661	11262	12809	14418	16087	19399
Pérdidas de carga nominales evaporador (°) LT	kPa 32	44	45	38	49	64
Pérdidas de carga nominales evaporador (°) HT	kPa 20	26	27	24	31	35
Presión nominal útil a la máxima velocidad de la bomba en el evaporador (°) (PS1-DPS1) LT	kPa 153	112	157	180	144	109
Presión nominal útil a la máxima velocidad de la bomba en el evaporador (°) (PS1-DPS1) HT	kPa 122	133	179	197	165	150
Compresor Scroll/escalones	n.º 2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2
Circuitos	n.º 1	1	1	1	1	1
Potencia sonora máquina estándar (°) (°)	dB(A) 67	67	68	68	69	70
Potencia sonora montaje seleccionado (°) (°)	dB(A) 63	63	64	64	65	66
Contenido de agua intercambiadores (condensador/evaporador) LT	l 4,4	4,4	5,1	6,5	6,5	7,0
Contenido de agua intercambiadores (condensador/evaporador) HT	l 7,0	7,0	8,0	9,6	9,6	11,3

Carga refrigerante R410A

Vea placa de matrícula

3.2 Bombas de impulsión

3.2.1 BOMBA IMPULSIÓN, LADO GEOTERMIA

<div>WILO SE</div> <div>Northkirchenstr. 100</div> <div>D 44263 Dortmund</div> <div>Teléfono 0231/4102-0</div> <div>Telefax 0231/4102-7363</div>		<div>DP-E 32/110-0,75/2</div> <div>Instalación: Elektronik twin head pump</div>		<div>wilo</div>	
<div>Cliente</div> <div>Nº Cliente</div> <div>Contacto</div> <div>Elaborado por</div>		<div>Proyecto</div> <div>Nº proyecto</div> <div>Nº pos.</div> <div>Location</div> <div>Fecha</div>		<div>28.05.2014</div> <div>Página 1 / 2</div>	
<div><div><div><div><div>Altura de impulsión</div><div></div></div></div></div></div>					

3.2.2 BOMBA IMPULSIÓN, LADO A.C.S.

WILO SE
Nortkirchenstr. 100
D 44263 Dortmund
Teléfono 0231/4102-0
Telefax 0231/4102-7363

Stratos ECO 25/1-5 BMS
Instalación: Standard high-efficiency pump

wilo

Cliente
Nº Cliente
Contacto
Elaborado por

Proyecto
Nº proyecto
Nº pos.
Location
Fecha

27.05.2014

Página 1 / 1

3.2.3 BOMBA IMPULSIÓN, LADO CIRCUITO SECUNDARIO

WILO SE
Nortkirchenstr. 100
D 44263 Dortmund
Teléfono 0231/4102-0
Telefax 0231/4102-7363

DP-E 40/115-0,55/2
Instalación: Elektronik twin head pump

wilo

Cliente
Nº Cliente
Contacto
Elaborado por

Proyecto
Nº proyecto
Nº pos.
Location
Fecha

28.05.2014

Página 1 / 2

Datos de trabajo teóricos

Caudal	9,56	m³/h
Altura de impulsión	4,84	m
Fluido	Agua limpia	
Temperatura fluido	20	°C
Densidad	0,9983	kg/dm³
Viscosidad cinemática	1,005	mm²/s
Presión de vapor	0	bar

Datos bomba

Marca	WILO	
Tipo	DP-E 40/115-0,55/2	
Tipo inst.	Bomba doble, principal+reserva	
Modo de funcionamiento	dp-v single pump operation	
Presión nominal máx.	PN10	
Temp. mín. fluido	-20	°C
Temp. máx. fluido	120	°C
Indice de eficiencia mínima (MEI)	>=0,10	

Datos hidráulicos (punto de trabajo)

Caudal	9,56	m³/h
Altura de impulsión	4,84	m
Potencia absorbida P1	0,315	kW
NPSH	2,18	m

Materiales

Carcasa	EN-GJL-250
Eje	X 20 Cr 13
Rodete	Sintético
Cierre mecánico	Consultar

Medidas

	mm
a	75
b1	85
b2	91
b4	233
bmax	350
c	225
e	35
f	97
h	471
l0	250
l1	320
m	135
o	Ø g
p	20
s	174
x	150
ad	84
M10	130
dL	19
n	4
ok	110

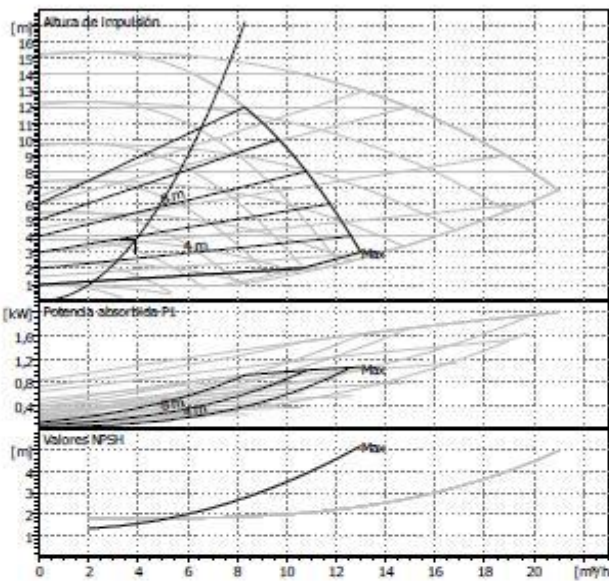
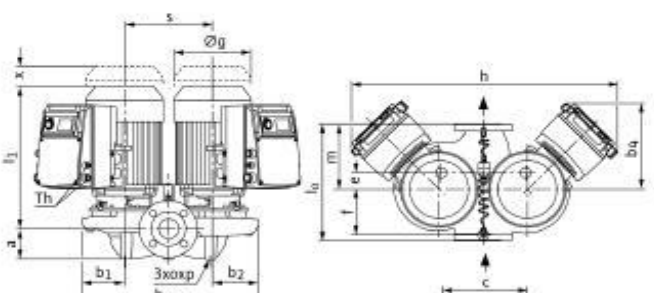
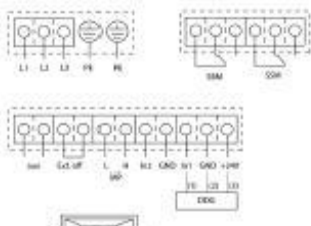
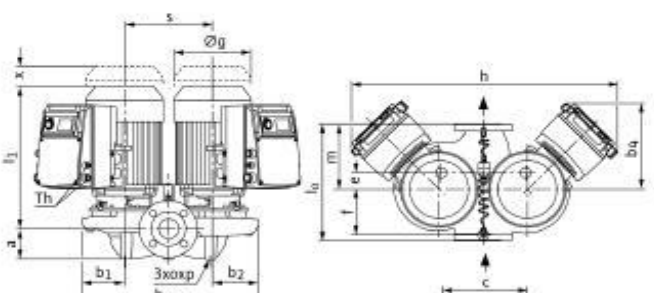
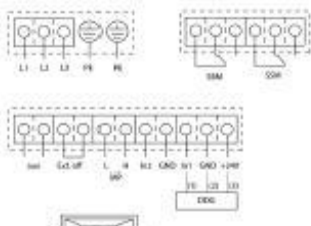
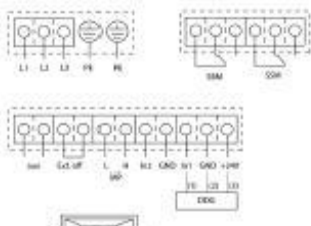
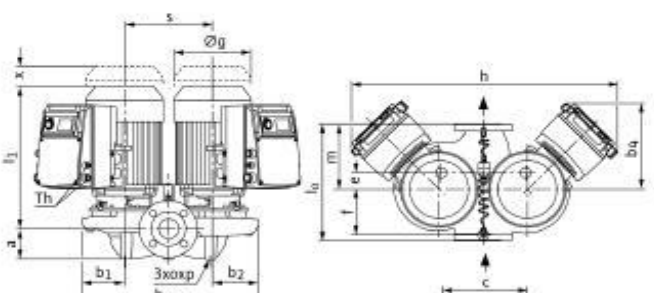
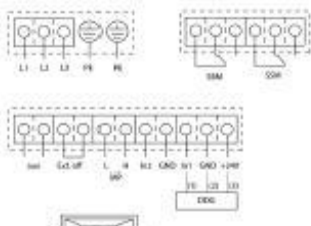
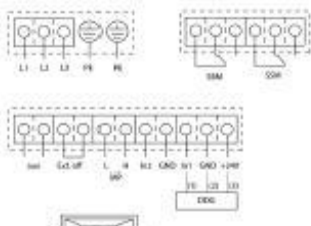
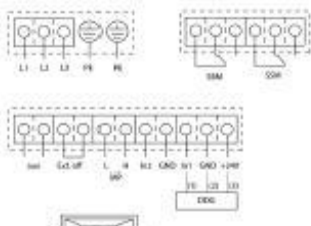
Lado aspiración	DN 40 / PN16
Lado impulsión	DN 40 / PN16
Peso	48 kg

Datos del motor

Pot. nominal P2	0,55	kW
Velocidad nominal	2900	1/min
Tensión nominal	3~400 V, 50 Hz	
Intensidad máx. absorbida	1,8	A
Tipo de protección	IP 55	
Tolerancia tensión		

Referencia de la versión estándar 2131253

3.2.4 BOMBA IMPULSIÓN, LADO SUELO RADIANTE

<div>WILO SE Nortkirchenstr. 100 D 44263 Dortmund Teléfono 0231/4102-0 Telefax 0231/4102-7363</div>		<div>DP-E 32/110-0,75/2 Instalación: Elektronik twin head pump</div>		<div>wilo</div>																									
<div>Cliente Nº Cliente Contacto Elaborado por</div>		<div>Proyecto Nº proyecto Nº pos. Location Fecha</div>		<div>28.05.2014 Página 1 / 2</div>																									
<div></div>		<div><div>Datos de trabajo teóricos</div><div><div>Caudal</div><div>Altura de impulsión</div><div>Fluido</div><div>Temperatura fluido</div><div>Densidad</div><div>Viscosidad cinemática</div><div>Presión de vapor</div></div><div><div>3,91</div><div>3,81</div><div>Agua limpia</div><div>20</div><div>0,9983</div><div>1,005</div><div>0</div></div><div><div>m³/h</div><div>m</div><div></div><div>°C</div><div>kg/dm³</div><div>mm²/s</div><div>bar</div></div></div> <div><div>Datos bomba</div><div><div>Marca</div><div>Tipo</div><div>Tipo inst.</div><div>Modo de funcionamiento</div><div>Presión nominal máx.</div><div>Temp. mín. fluido</div><div>Temp. máx. fluido</div><div>Índice de eficiencia mínima (MEI)</div></div><div><div>WILO</div><div>DP-E 32/110-0,75/2</div><div>Bomba doble, principal+reserva</div><div>dp-v single pump operation</div><div>PN10</div><div>-20</div><div>120</div><div>>=0,10</div></div><div><div>°C</div><div>°C</div></div></div> <tr><td colspan="2"><div></div></td><td colspan="4"><div><div>Datos hidráulicos (punto de trabajo)</div><div><div>Caudal</div><div>Altura de impulsión</div><div>Potencia absorbida P1</div><div>NPSH</div></div><div><div>3,91</div><div>3,81</div><div>0,135</div><div>1,54</div></div><div><div>m³/h</div><div>m</div><div>kW</div><div>m</div></div></div><div><div>Materiales</div><div><div>Carcasa</div><div>Eje</div><div>Rodete</div><div>Cierre mecánico</div></div><div><div>EN-GJL-250</div><div>X 20 Cr 13</div><div>Sintético</div><div>Consultar</div></div></div><tr><td colspan="2"><div></div></td><td colspan="4"><div><div>Medidas</div><div><div></div><div>70</div><div>101</div><div>105</div><div>226</div><div>410</div><div>225</div></div><div><div>e</div><div>f</div><div>h</div><div>l</div><div>l1</div><div>m</div></div><div><div>56</div><div>106</div><div>656</div><div>260</div><div>345</div><div>136</div></div><div><div>o</div><div>Ø g</div><div>p</div><div>s</div><div>x</div><div>Øg</div></div><div><div>M10</div><div>146</div><div>20</div><div>205</div><div>150</div><div>146</div></div><div><div>od</div><div>oD</div><div>dL</div><div>n</div><div>ok</div></div><div><div>76</div><div>140</div><div>19</div><div>4</div><div>100</div></div></div><div><div>Lado aspiración</div><div>Lado impulsión</div><div>Peso</div></div><div><div>DN 32 / PN16</div><div>DN 32 / PN16</div><div>49</div></div><div><div></div><div></div><div>kg</div></div><tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div><div>Datos del motor</div><div><div>Pot. nominal P2</div><div>Velocidad nominal</div><div>Tensión nominal</div><div>Intensidad máx. absorbida</div><div>Tipo de protección</div><div>Tolerancia tensión</div></div><div><div>0,75</div><div>2900</div><div>3~400 V, 50 Hz</div><div>3</div><div>IP 55</div><div></div></div><div><div>kW</div><div>1/min</div><div></div><div>A</div></div></div><tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div>Referencia de la versión estándar 2109778</div></td></tr></td></tr></td></tr></td></tr>				<div></div>		<div><div>Datos hidráulicos (punto de trabajo)</div><div><div>Caudal</div><div>Altura de impulsión</div><div>Potencia absorbida P1</div><div>NPSH</div></div><div><div>3,91</div><div>3,81</div><div>0,135</div><div>1,54</div></div><div><div>m³/h</div><div>m</div><div>kW</div><div>m</div></div></div> <div><div>Materiales</div><div><div>Carcasa</div><div>Eje</div><div>Rodete</div><div>Cierre mecánico</div></div><div><div>EN-GJL-250</div><div>X 20 Cr 13</div><div>Sintético</div><div>Consultar</div></div></div> <tr><td colspan="2"><div></div></td><td colspan="4"><div><div>Medidas</div><div><div></div><div>70</div><div>101</div><div>105</div><div>226</div><div>410</div><div>225</div></div><div><div>e</div><div>f</div><div>h</div><div>l</div><div>l1</div><div>m</div></div><div><div>56</div><div>106</div><div>656</div><div>260</div><div>345</div><div>136</div></div><div><div>o</div><div>Ø g</div><div>p</div><div>s</div><div>x</div><div>Øg</div></div><div><div>M10</div><div>146</div><div>20</div><div>205</div><div>150</div><div>146</div></div><div><div>od</div><div>oD</div><div>dL</div><div>n</div><div>ok</div></div><div><div>76</div><div>140</div><div>19</div><div>4</div><div>100</div></div></div><div><div>Lado aspiración</div><div>Lado impulsión</div><div>Peso</div></div><div><div>DN 32 / PN16</div><div>DN 32 / PN16</div><div>49</div></div><div><div></div><div></div><div>kg</div></div><tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div><div>Datos del motor</div><div><div>Pot. nominal P2</div><div>Velocidad nominal</div><div>Tensión nominal</div><div>Intensidad máx. absorbida</div><div>Tipo de protección</div><div>Tolerancia tensión</div></div><div><div>0,75</div><div>2900</div><div>3~400 V, 50 Hz</div><div>3</div><div>IP 55</div><div></div></div><div><div>kW</div><div>1/min</div><div></div><div>A</div></div></div><tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div>Referencia de la versión estándar 2109778</div></td></tr></td></tr></td></tr>				<div></div>		<div><div>Medidas</div><div><div></div><div>70</div><div>101</div><div>105</div><div>226</div><div>410</div><div>225</div></div><div><div>e</div><div>f</div><div>h</div><div>l</div><div>l1</div><div>m</div></div><div><div>56</div><div>106</div><div>656</div><div>260</div><div>345</div><div>136</div></div><div><div>o</div><div>Ø g</div><div>p</div><div>s</div><div>x</div><div>Øg</div></div><div><div>M10</div><div>146</div><div>20</div><div>205</div><div>150</div><div>146</div></div><div><div>od</div><div>oD</div><div>dL</div><div>n</div><div>ok</div></div><div><div>76</div><div>140</div><div>19</div><div>4</div><div>100</div></div></div> <div><div>Lado aspiración</div><div>Lado impulsión</div><div>Peso</div></div> <div><div>DN 32 / PN16</div><div>DN 32 / PN16</div><div>49</div></div> <div><div></div><div></div><div>kg</div></div> <tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div><div>Datos del motor</div><div><div>Pot. nominal P2</div><div>Velocidad nominal</div><div>Tensión nominal</div><div>Intensidad máx. absorbida</div><div>Tipo de protección</div><div>Tolerancia tensión</div></div><div><div>0,75</div><div>2900</div><div>3~400 V, 50 Hz</div><div>3</div><div>IP 55</div><div></div></div><div><div>kW</div><div>1/min</div><div></div><div>A</div></div></div><tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div>Referencia de la versión estándar 2109778</div></td></tr></td></tr>						<div><div>Datos del motor</div><div><div>Pot. nominal P2</div><div>Velocidad nominal</div><div>Tensión nominal</div><div>Intensidad máx. absorbida</div><div>Tipo de protección</div><div>Tolerancia tensión</div></div><div><div>0,75</div><div>2900</div><div>3~400 V, 50 Hz</div><div>3</div><div>IP 55</div><div></div></div><div><div>kW</div><div>1/min</div><div></div><div>A</div></div></div> <tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div>Referencia de la versión estándar 2109778</div></td></tr>						<div>Referencia de la versión estándar 2109778</div>			
<div></div>		<div><div>Datos hidráulicos (punto de trabajo)</div><div><div>Caudal</div><div>Altura de impulsión</div><div>Potencia absorbida P1</div><div>NPSH</div></div><div><div>3,91</div><div>3,81</div><div>0,135</div><div>1,54</div></div><div><div>m³/h</div><div>m</div><div>kW</div><div>m</div></div></div> <div><div>Materiales</div><div><div>Carcasa</div><div>Eje</div><div>Rodete</div><div>Cierre mecánico</div></div><div><div>EN-GJL-250</div><div>X 20 Cr 13</div><div>Sintético</div><div>Consultar</div></div></div> <tr><td colspan="2"><div></div></td><td colspan="4"><div><div>Medidas</div><div><div></div><div>70</div><div>101</div><div>105</div><div>226</div><div>410</div><div>225</div></div><div><div>e</div><div>f</div><div>h</div><div>l</div><div>l1</div><div>m</div></div><div><div>56</div><div>106</div><div>656</div><div>260</div><div>345</div><div>136</div></div><div><div>o</div><div>Ø g</div><div>p</div><div>s</div><div>x</div><div>Øg</div></div><div><div>M10</div><div>146</div><div>20</div><div>205</div><div>150</div><div>146</div></div><div><div>od</div><div>oD</div><div>dL</div><div>n</div><div>ok</div></div><div><div>76</div><div>140</div><div>19</div><div>4</div><div>100</div></div></div><div><div>Lado aspiración</div><div>Lado impulsión</div><div>Peso</div></div><div><div>DN 32 / PN16</div><div>DN 32 / PN16</div><div>49</div></div><div><div></div><div></div><div>kg</div></div><tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div><div>Datos del motor</div><div><div>Pot. nominal P2</div><div>Velocidad nominal</div><div>Tensión nominal</div><div>Intensidad máx. absorbida</div><div>Tipo de protección</div><div>Tolerancia tensión</div></div><div><div>0,75</div><div>2900</div><div>3~400 V, 50 Hz</div><div>3</div><div>IP 55</div><div></div></div><div><div>kW</div><div>1/min</div><div></div><div>A</div></div></div><tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div>Referencia de la versión estándar 2109778</div></td></tr></td></tr></td></tr>				<div></div>		<div><div>Medidas</div><div><div></div><div>70</div><div>101</div><div>105</div><div>226</div><div>410</div><div>225</div></div><div><div>e</div><div>f</div><div>h</div><div>l</div><div>l1</div><div>m</div></div><div><div>56</div><div>106</div><div>656</div><div>260</div><div>345</div><div>136</div></div><div><div>o</div><div>Ø g</div><div>p</div><div>s</div><div>x</div><div>Øg</div></div><div><div>M10</div><div>146</div><div>20</div><div>205</div><div>150</div><div>146</div></div><div><div>od</div><div>oD</div><div>dL</div><div>n</div><div>ok</div></div><div><div>76</div><div>140</div><div>19</div><div>4</div><div>100</div></div></div> <div><div>Lado aspiración</div><div>Lado impulsión</div><div>Peso</div></div> <div><div>DN 32 / PN16</div><div>DN 32 / PN16</div><div>49</div></div> <div><div></div><div></div><div>kg</div></div> <tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div><div>Datos del motor</div><div><div>Pot. nominal P2</div><div>Velocidad nominal</div><div>Tensión nominal</div><div>Intensidad máx. absorbida</div><div>Tipo de protección</div><div>Tolerancia tensión</div></div><div><div>0,75</div><div>2900</div><div>3~400 V, 50 Hz</div><div>3</div><div>IP 55</div><div></div></div><div><div>kW</div><div>1/min</div><div></div><div>A</div></div></div><tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div>Referencia de la versión estándar 2109778</div></td></tr></td></tr>						<div><div>Datos del motor</div><div><div>Pot. nominal P2</div><div>Velocidad nominal</div><div>Tensión nominal</div><div>Intensidad máx. absorbida</div><div>Tipo de protección</div><div>Tolerancia tensión</div></div><div><div>0,75</div><div>2900</div><div>3~400 V, 50 Hz</div><div>3</div><div>IP 55</div><div></div></div><div><div>kW</div><div>1/min</div><div></div><div>A</div></div></div> <tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div>Referencia de la versión estándar 2109778</div></td></tr>						<div>Referencia de la versión estándar 2109778</div>									
<div></div>		<div><div>Medidas</div><div><div></div><div>70</div><div>101</div><div>105</div><div>226</div><div>410</div><div>225</div></div><div><div>e</div><div>f</div><div>h</div><div>l</div><div>l1</div><div>m</div></div><div><div>56</div><div>106</div><div>656</div><div>260</div><div>345</div><div>136</div></div><div><div>o</div><div>Ø g</div><div>p</div><div>s</div><div>x</div><div>Øg</div></div><div><div>M10</div><div>146</div><div>20</div><div>205</div><div>150</div><div>146</div></div><div><div>od</div><div>oD</div><div>dL</div><div>n</div><div>ok</div></div><div><div>76</div><div>140</div><div>19</div><div>4</div><div>100</div></div></div> <div><div>Lado aspiración</div><div>Lado impulsión</div><div>Peso</div></div> <div><div>DN 32 / PN16</div><div>DN 32 / PN16</div><div>49</div></div> <div><div></div><div></div><div>kg</div></div> <tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div><div>Datos del motor</div><div><div>Pot. nominal P2</div><div>Velocidad nominal</div><div>Tensión nominal</div><div>Intensidad máx. absorbida</div><div>Tipo de protección</div><div>Tolerancia tensión</div></div><div><div>0,75</div><div>2900</div><div>3~400 V, 50 Hz</div><div>3</div><div>IP 55</div><div></div></div><div><div>kW</div><div>1/min</div><div></div><div>A</div></div></div><tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div>Referencia de la versión estándar 2109778</div></td></tr></td></tr>						<div><div>Datos del motor</div><div><div>Pot. nominal P2</div><div>Velocidad nominal</div><div>Tensión nominal</div><div>Intensidad máx. absorbida</div><div>Tipo de protección</div><div>Tolerancia tensión</div></div><div><div>0,75</div><div>2900</div><div>3~400 V, 50 Hz</div><div>3</div><div>IP 55</div><div></div></div><div><div>kW</div><div>1/min</div><div></div><div>A</div></div></div> <tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div>Referencia de la versión estándar 2109778</div></td></tr>						<div>Referencia de la versión estándar 2109778</div>															
		<div><div>Datos del motor</div><div><div>Pot. nominal P2</div><div>Velocidad nominal</div><div>Tensión nominal</div><div>Intensidad máx. absorbida</div><div>Tipo de protección</div><div>Tolerancia tensión</div></div><div><div>0,75</div><div>2900</div><div>3~400 V, 50 Hz</div><div>3</div><div>IP 55</div><div></div></div><div><div>kW</div><div>1/min</div><div></div><div>A</div></div></div> <tr><td colspan="2"></td><td colspan="4"><div>Referencia de la versión estándar 2109778</div></td></tr>						<div>Referencia de la versión estándar 2109778</div>																					
		<div>Referencia de la versión estándar 2109778</div>																											

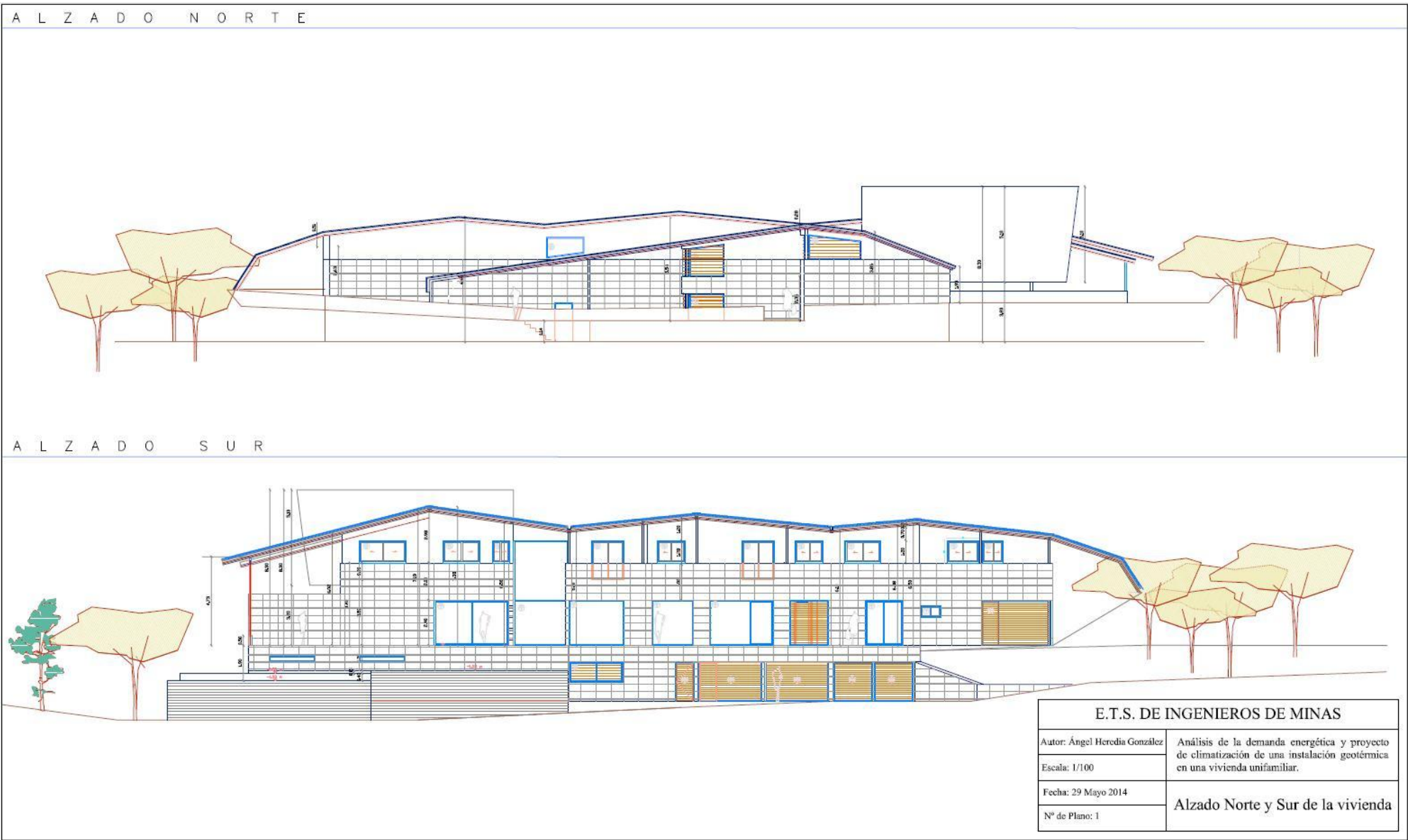
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA
Titulación: **Ingeniería de Minas,**
Especialidad en Energía y Combustibles

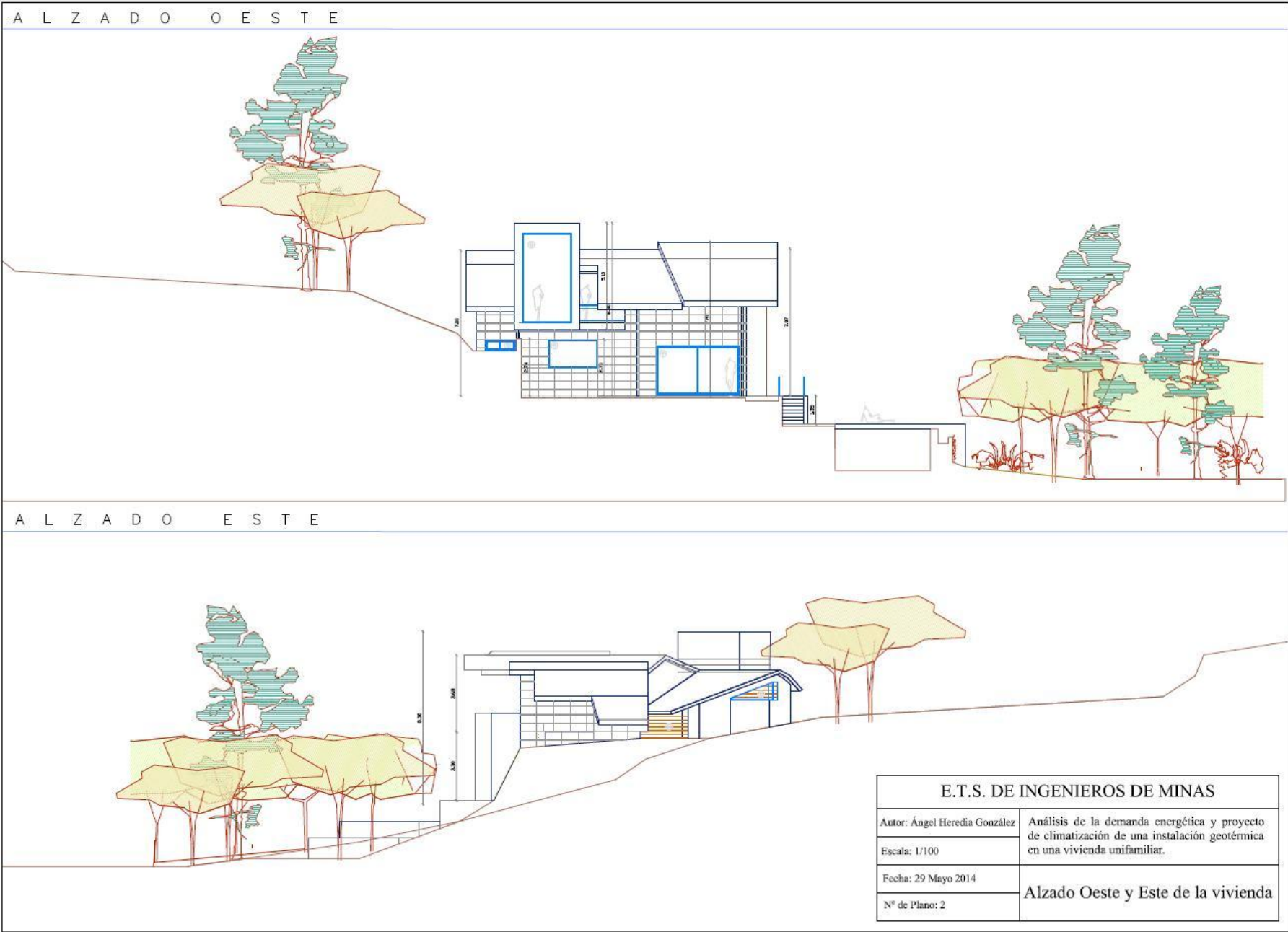
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y COMBUSTIBLES

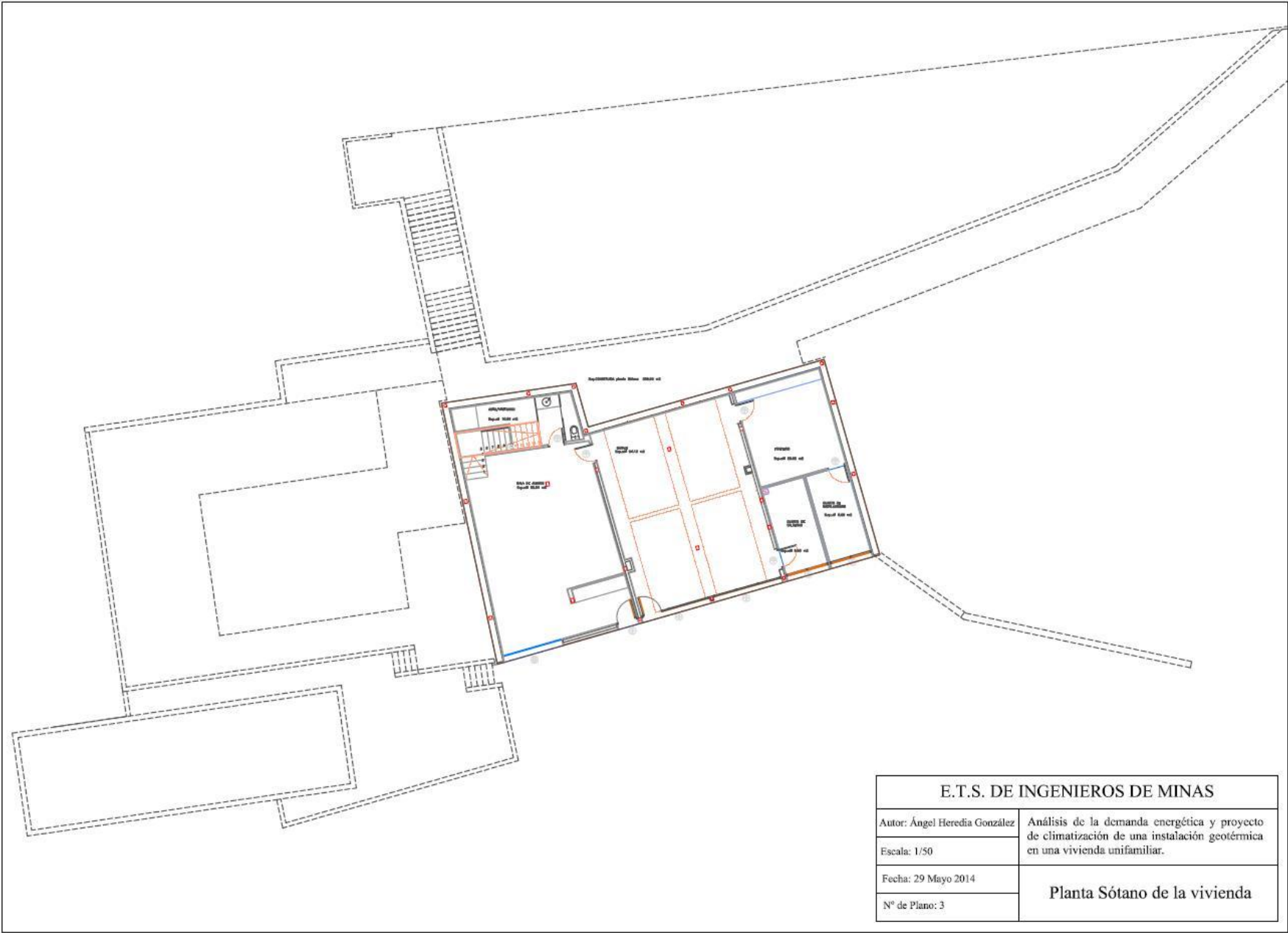
Análisis de la demanda energética y proyecto
de climatización de una instalación geotérmica
en una vivienda unifamiliar

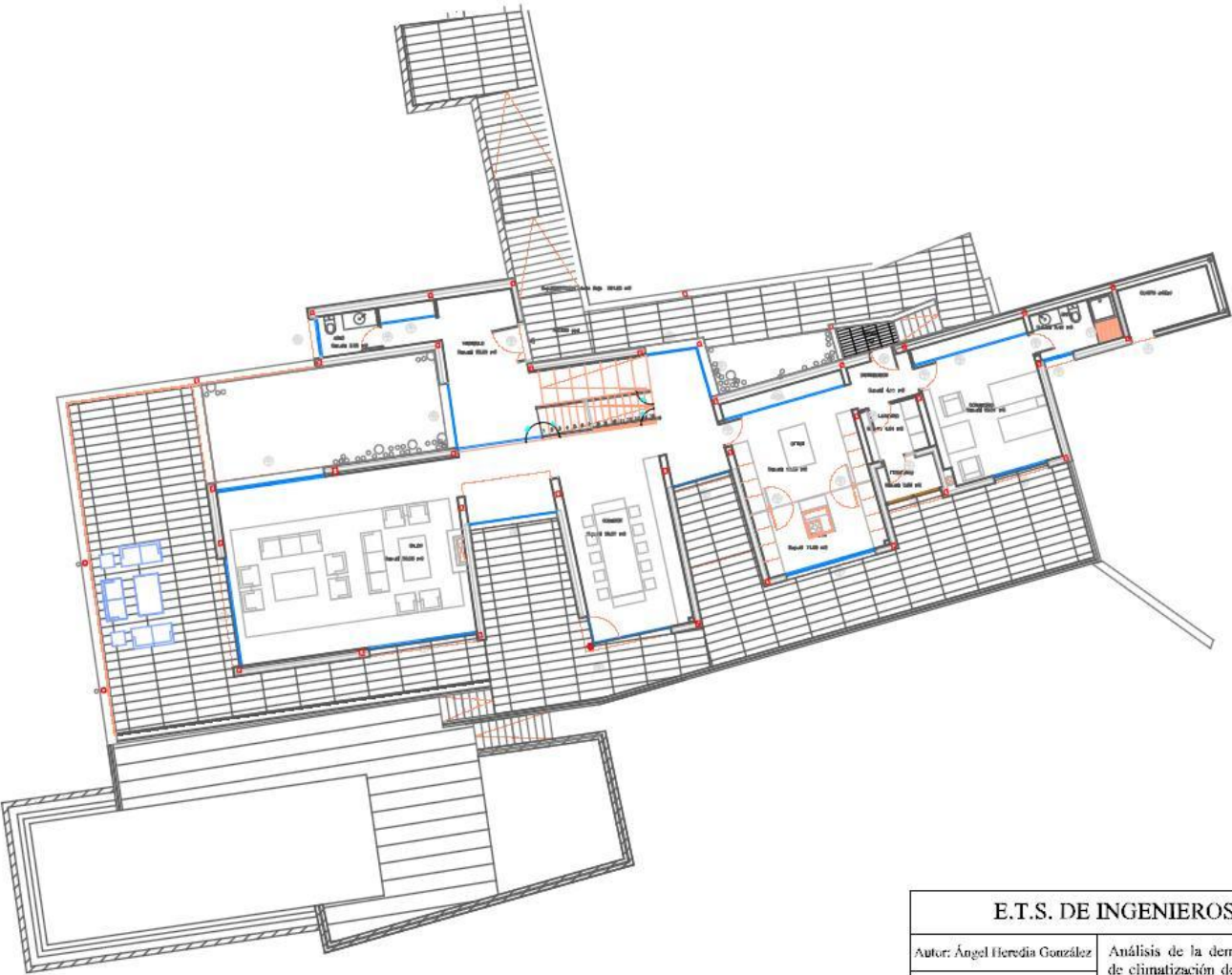
DOCUMENTO N° 4: PLANOS

4 Planos Vivienda Unifamiliar









E.T.S. DE INGENIEROS DE MINAS	
Autor: Ángel Heredia González	Análisis de la demanda energética y proyecto de climatización de una instalación geotérmica en una vivienda unifamiliar.
Escala: 1/50	Planta Baja de la vivienda
Fecha: 29 Mayo 2014	
Nº de Plano: 4	

